

TESIS DOCTORAL

***APORTACIÓN DE LA COLONOGRAFÍA-TC
EN LA PATOLOGÍA POLIPOIDEA DEL COLON***

Autora: Victoria de Lara Bendahán

APORTACIÓN DE LA COLONOGRAFÍA-TC A LA PATOLOGÍA POLIPOIDEA DEL COLON

***Memoria de Tesis Doctoral para optar al grado de
Doctor en Medicina y Cirugía.***

Sevilla, Junio de 2014

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Farmacología, Pediatría y Radiología.

DIRECTOR: Prof. Juan Sabaté Díaz

Hospital Virgen Macarena. Universidad de Sevilla.

AUTORA: Victoria de Lara Bendahán

A mi familia.

AGRADECIMIENTOS.

Al Prof. Juan Sabaté Díaz, por sus enseñanzas profesionales y vitales, sus consejos y su visión crítica, que han sido fundamentales para el desarrollo de esta Tesis Doctoral.

A la Dra. Rocío Domínguez Abascal, por su generosidad al proporcionarme datos clínicos, radiológicos y quirúrgicos de los individuos estudiados, que tanto han facilitado mi trabajo.

A los **Dres. Rafael Aznar Méndez y Manuel Fernández López**, por su excelente trabajo en el Servicio de Radiodiagnóstico y su apoyo.

A mis compañeros del Área de TCMD de 64 coronas del Hospital de Valme: **Dra. María Vázquez Morón y Dr. Francisco Romero Ruíz**, que me han ayudado a obtener los estudios de imagen que he evaluado en este trabajo. Su apoyo y colaboración ha favorecido de manera importante el desarrollo de esta Tesis Doctoral.

A los enfermeros y técnicos de este área que han hecho posible la obtención de imágenes de calidad, lo que ha facilitado la realización del presente estudio.

A la **Dra. Carmen Jurado**, por su inestimable ayuda, su alto nivel de autoexigencia y su calidad en todos los aspectos de la profesión son para mí un estímulo.

A todos los demás miembros del Hospital Nuestra Señora de Valme, que han contribuido de forma decisiva a mi formación profesional.

A mis antiguos compañeros de residencia del Hospital Nuestra Señora de Valme, que han compartido conmigo, con su comprensión y compañerismo, esta etapa de formación.

A mi compañera **Cristina Gómez de las Heras**, su continuo apoyo, su trabajo y su ejemplo, han ayudado en el desarrollo de esta Tesis Doctoral.

A mis compañeros del **Hospital de Puerto Real** por su apoyo, interés y colaboración en esta Tesis Doctoral. Mi más profundo agradecimiento.

A mis padres y mi hermano, por su ilusión, confianza y estímulo, que han contribuido a desarrollar en mí el espíritu de trabajo y de superación. A Ernesto, mi pareja, por su paciencia, comprensión y total apoyo. A Julio, su hermano, por su paciencia y ayuda. A vosotros os dedico esta Tesis Doctoral.

PUBLICACIONES Y PRESENTACIONES GENERADAS EN RELACIÓN CON EL DESARROLLO Y ELABORACIÓN DE LA PRESENTE TESIS DOCTORAL.

- Efficacy of CT colonography: a comparison between the use of conventional colonoscopy and CT colonography in 200 patients with incomplete conventional colonoscopy.

De Lara Bendahán V, Gómez de las Heras C.

Presentado en el European Congress of Radiology (ECR), celebrado en Viena, en Marzo de 2014.

- Evaluación de las diferentes técnicas de preparación, realización y métodos de visualización utilizados para la Colonografía- TC.

De Lara Bendahán V, Gómez de las Heras C, Ramos Solís F.

Presentado en el Congreso Nacional de la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM) celebrado en Oviedo, en Mayo de 2014.

- Análisis del rendimiento de la CTC asociada a colonoscopia óptica en un estudio de investigación de 200 pacientes con sospecha de carcinoma colorrectal.

De Lara Bendahán V, Gómez de las Heras C, Pérez Tejada JC.

Comunicación oral presentada en el Congreso Nacional de la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM), celebrado en Oviedo, en Mayo de 2014.

- ¿Qué aporta la Colonoscopia Virtual en la detección de pólipos? Nuestra experiencia y análisis estadístico en 200 pacientes.

De Lara Bendahán V, Gómez de las Heras C, Domínguez Abascal R, Vázquez Moron M.

Presentado en el Congreso Andaluz de la Asociación de Radiólogos del Sur (ARS), celebrado en Cádiz, en Octubre de 2013.

PREMIO AL MEJOR PÓSTER DEL CONGRESO DE LA ARS 2013.

- Colonografía por Tomografía Computerizada frente a Colonoscopia Optica en la detección del carcinoma colorrectal.

De Lara Bendahán V, Gómez de las Heras C, Ramos Solís F, Domínguez Abascal R.

Presentado en el Congreso Andaluz de la Asociación de Radiólogos del Sur (ARS), celebrado en Cádiz, en Octubre de 2013.

- CT colonography semiology in colorectal carcinoma.

De Lara Bendahán V, Gómez de las Heras C, Domínguez Abascal R. Ramos Solís F, Vázquez Moron M.

Presentado en el European Congress of Radiology (ECR), celebrado en Viena, en Marzo de 2013.

- CT Colonography after incomplete colonoscopy in 100 patients: the advantages to offer a complete evaluation of the colon.

De Lara Bendahán V, Gómez de las Heras C, Amador Gil A, Domínguez Abascal R, Vázquez Moron M, Aznar Méndez R.

Presentado en el European Congress of Radiology (ECR), celebrado en Viena, en Marzo de 2013.

- Semiología en la Colonografía-TC del carcinoma colorrectal.

De Lara Bendahán V, Gómez de las Heras C, Amador Gil A, Domínguez Abascal R, Vázquez Moron M, Aznar Méndez R.

Presentado en el Congreso Nacional de la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM) celebrado en Granada, en Mayo de 2012.

- Ventajas de la Colonoscopia Virtual en 100 pacientes con colonoscopia incompleta.

De Lara Bendahán V, Gómez de las Heras C, Domínguez Abascal R, Ramos Solís F, Vázquez Moron M.

Presentado en el Congreso Nacional de la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM) celebrado en Granada, en Mayo de 2012

- Hallazgos extracolónicos en Colonoscopia Virtual: Nuestra experiencia.

De Lara Bendahán V, Amador Gil A, Fernández-Argüelles García A, Domínguez Abascal R, Vázquez Moron M.

Presentado en el Congreso Andaluz de la Asociación de Radiólogos del Sur (ARS), celebrado en Málaga, en Junio de 2011

- Semiología de la colonografía TC.

Amador Gil A, **De Lara Bendahán V**, Gómez de las Heras C, Vázquez Moron.

Presentado en el Congreso Nacional de la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM) celebrado en La Coruña, en Mayo de 2010.

ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	001
1.1 Anatomía.....	001
1.2 Histología y Fisiología.....	006
1.3 Lesiones del colon	008
1.3.1 Pólipos intestinales.....	008
1.3.1.1 Pólipos neoplásicos: pólipos adenomatosos (adenomas).....	008
1.3.1.2 Secuencia de transformación adenoma-carcinoma.	009
1.3.1.3 Adenoma Avanzado.....	011
1.3.1.4 Pólipos no neoplásicos.....	012
1.3.1.5 Tratamiento pólipos.....	012
1.3.1.6 Síndromes de poliposis intestinal	013
1.3.2 Carcinoma colorrectal.....	015
1.3.2.1 Epidemiología.....	015
1.3.2.2 Patogenia.....	016
1.3.2.3 Grupos de riesgo.....	016
1.3.3 Otras lesiones del colon.....	017
1.4 Clínica y exploración física.....	018
1.5 Métodos de imagen diagnósticos	020
1.6 Fundamentos físicos de la Tomografía Computarizada.....	022
1.6.1 Principios básicos de la Tomografía Computarizada.....	027
1.6.2 Principios básicos de la TC Helicoidal Multicorte	032
1.7 Colonografía-TC (CTC) o Colonoscopia Virtual.....	040
1.7.1 La Colonografía-TC y los pólipos.....	040
1.7.2 Principios básicos de la Colonografía-TC.....	041
1.7.3 Preparación del paciente.....	042

1.7.3.1 Limpieza del colon: Dieta.....	042
1.7.3.2 Limpieza del colon: Laxantes.....	042
1.7.3.3 Marcaje de heces y líquidos.....	043
1.7.4 Distensión del colon.....	044
1.7.4.1 Tipos de catéteres.....	044
1.7.4.2 Aire ambiente o CO2.....	045
1.7.4.3 Estudios en decúbito supino o prono.....	047
1.7.4.4 Fármacos espasmolíticos.....	047
1.7.4.5 Complicaciones.....	048
1.7.5 Técnica y protocolo de estudio.....	049
1.7.5.1 Contraste intravenoso.....	049
1.7.5.2 Protocolo de estudio.....	049
1.7.5.3 Dosis de radiación.....	050
1.7.6 Métodos de visualización.....	051
1.7.6.1 Imágenes 2D.....	052
1.7.6.2 Imágenes 3D.....	053
1.7.6.3 Nuevas proyecciones 3D.....	054
1.7.6.4 Herramientas de ayuda en visión 3D.....	058
1.7.7 Semiología de las lesiones en la Colonografía-TC	060
1.7.7.1 Morfología y densidad de las lesiones.....	060
1.7.7.2 Errores diagnósticos en la CTC.....	066
1.7.7.3 Medición de las lesiones.....	067
1.7.7.4 Localización de las lesiones.....	067
1.7.7.5 Clasificación de las lesiones y recomendaciones en el manejo: C-RADS... ..	068
1.7.8 Indicaciones de la Colonografía-TC	071
1.7.9 Hallazgos extracolónicos.....	077

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....080

3. MATERIAL Y MÉTODO.....081

3.1. Líneas de metodología.....081

3.1.1 Diseño del estudio.....	081
3.1.2 Criterios de inclusión.....	081
3.1.3 Criterios de exclusión.....	081
3.1.4 Tamaño muestral.....	081

3.2 Protocolo de realización.....081

3.3 Protocolo de recogida de datos.....089

3.4 Metodología del análisis estadístico.....090

3.4.1 Pruebas estadísticas utilizadas para analizar los hallazgos detectados por ambas técnicas.....	090
3.4.2 Pruebas estadísticas utilizadas para analizar las lesiones premalignas (pólipos tipo adenoma avanzado) detectados por ambas técnicas.....	090
3.4.3 Pruebas estadísticas utilizadas para analizar las lesiones premalignas (pólipos tipo adenoma avanzado) detectados por ambas técnicas en pacientes con carcinoma colorectal estenosante.....	091

3.4.4 Pruebas estadísticas utilizadas para valorar la relación entre el tamaño del adenoma y la presencia de focos de adenocarcinoma.....	091
3.4.6 Pruebas estadísticas utilizadas para valorar la relación entre el tamaño del adenoma y la presencia de componente vellosa.....	091
3.4.7 Pruebas estadísticas utilizadas para valorar la relación entre el tamaño del adenoma y el grado de displasia.....	091
4. RESULTADOS.....	092
4.1 Análisis descriptivo.....	092
4.1.1 Causas de colonoscopia óptica incompleta (COI).....	092
4.1.2 Causas de Colonografía-TC no valorable (CTC).....	093
4.1.3 Pacientes con hallazgos mediante colonoscopia óptica incompleta (COI).....	094
4.1.4 Pacientes con hallazgos mediante Colonografía-TC (CTC).....	094
4.1. 5 Análisis de los pólipos.....	095
4.1.6 Características de los Adenomas Avanzados.....	095
4.2 Análisis inferencial.....	097
4.2.1 Análisis de los pacientes con hallazgos detectados por ambas técnicas.....	097
4.2.2 Análisis de los pacientes con pólipos tipo adenoma avanzado detectados por ambas técnicas.....	097
4.2.3. Análisis de los pólipos tipo adenoma avanzado detectados por ambas técnicas.....	098
4.2.4 Análisis de los pacientes con Carcinoma Colorectal (CCR) estenosante.....	099
4.2.5 Análisis de los pólipos tipo adenoma avanzado detectados por ambas técnicas en pacientes con Carcinoma Colorectal (CCR) estenosante.....	099
4.2.6 Relación entre el tamaño del adenoma y presencia de focos de adenocarcinoma.....	100
4.2.7 Relación entre el tamaño del adenoma y componente vellosa.....	100
4.2.8 Relación entre el tamaño del adenoma y grado de displasia.....	101
5. DISCUSIÓN.....	115
5.1 Indicaciones.....	115
5.2 Preparación del paciente.....	115
5.3 Distensión del Colon.....	115
5.4 Complicaciones de la CTC.....	116
5.5 Técnica y protocolo de estudio.....	116
5.6 Métodos de visualización.....	117
5.7 Resultados.....	117
5.7.1 Causas de Colonografía-TC (CTC) no valorable y colonoscopia óptica incompleta (COI).....	117

5.7.2 Pacientes con lesiones detectadas mediante ambas técnicas.....	118
5.7.3 Pacientes con pólipos tipo adenoma avanzado detectados mediante ambas técnicas.....	119
5.7.4 Pacientes con Carcinoma Colorrectal estenosante y pólipos tipo adenoma avanzado detectados mediante ambas técnicas.....	119
5.7.5 Análisis del Adenoma Avanzado.....	120
5.7.6 Limitaciones del estudio.....	121

6. CONCLUSIONES.....	123
-----------------------------	------------

7. BIBLIOGRAFÍA.....	124
-----------------------------	------------

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico circular que muestra el porcentaje de mujeres y de hombres de la población estudiada.

Gráfico 2. Gráfico de columnas que muestra las causas de colonoscopia óptica incompleta en el estudio.

Gráfico 3. Gráfico de columnas que muestra el porcentaje de Colonografía-TC no valorables frente a colonoscopias ópticas no valorables por ser incompletas en el estudio.

Gráfico 4. Gráfico de columnas que muestra las causas de Colonografía-TC no valorables en el estudio.

Gráfico 5. Gráfico circular que muestra los hallazgos detectados mediante colonoscopia óptica incompleta.

Gráfico 6. Gráfico circular que muestra los hallazgos detectados mediante Colonografía-TC.

Gráfico 7. Gráfico de columna apilada que representa el número de pólipos tipo adenoma avanzado que se detectaron dentro de todos los pólipos hallados.

Gráfico 8. Localización predominante del adenoma avanzado en el estudio.

Gráfico 9. Morfología predominante del adenoma avanzado en el estudio.

Gráfico 10. Histología del adenoma avanzado en el estudio. Se representa el grado de displasia, componente vellosa y presencia de focos de adenocarcinoma.

Gráfico 11. Gráfico de columnas agrupadas que muestra el porcentaje de pacientes con hallazgos de todo tipo detectados por la colonoscopia óptica incompleta (COI aislada) y por colonoscopia óptica incompleta añadiendo la Colonografía-TC (COI+CTC). Se agruparon en pacientes con pruebas normales (sin hallazgos), pacientes con neoplasias, con lesiones benignas y con pólipos.

Gráfico 12. Análisis de pacientes: Gráfico de columnas agrupadas que muestra el número de pacientes con adenomas avanzados (AA) detectados por la colonoscopia óptica incompleta (COI aislada) y por colonoscopia óptica incompleta añadiendo la Colonografía-TC (COI+CTC).

Gráfico 13. Análisis de lesiones: Gráfico de barras que muestra el número de adenomas avanzados (AA) detectados por la colonoscopia óptica incompleta (COI aislada) y por colonoscopia óptica incompleta añadiendo la Colonografía-TC (COI+CTC).

Gráfico 14. Análisis de pacientes: Gráfico de columnas agrupadas que muestra el número de pacientes con CCR estenosante que presentan adenomas avanzados (AA) detectados por la colonoscopia óptica incompleta (COI aislada) y por colonoscopia óptica incompleta añadiendo la Colonografía-TC (COI+CTC).

Gráfico 15. Análisis de lesiones: Gráfico de barras que muestra el número de adenomas avanzados (AA) detectados por la colonoscopia óptica incompleta (COI aislada) y por colonoscopia óptica incompleta añadiendo la Colonografía-TC (COI+CTC) en pacientes con CCR estenosante.

Gráfico 16. Tabla que muestra el tamaño del adenoma y el del adenoma con focos de adenocarcinoma en el estudio.

Gráfico 17. Tabla que muestra el tamaño del adenoma tubular y el del adenoma vellosos en el estudio.

Gráfico 18. Tabla que muestra el tamaño del adenoma según grado de displasia (alto, moderado y bajo grado) en el estudio.

ÍNDICE DE FIGURAS

4.3 ICONOGRAFÍA DE RESULTADOS

4.3.1 Lesiones benignas.....	102
Figura 1. Lipoma	
Figura 2. Divertículos	
Figura 3. Enfermedad de Chron	
Figura 4. Endometriosis	
4.3.2 Neoplasias.....	104
Figura 5. Carcinoma de colon estenosante como engrosamiento	
Figura 6. Carcinoma de colon estenosante como distorsión	
Figura 7. Neoplasia tipo GIST como masa	
4.3.3 Pólipos.....	105
Figura 8. Morfología de los pólipos encontrados: séstil, pediculado y plano	
Figura 9. Aspectos del adenoma tubular	
Figura 10. Aspectos del adenoma vellosos	
Figura 11. Pólipo de gran tamaño en válvula ileocecal, correspondiente a adenoma vellosos	
Figura 12. Adenoma vellosos en la visión 3D	
Figura 13. Pólipo visualizado como engrosamiento de un pliegue, correspondiente a adenoma	
Figura 14. Pólipo plano	
Figura 15. Pólipos múltiples en un mismo paciente	
Figura 16. Pólipo correspondiente a adenoma vellosos con displasia de alto grado	
Figura 17. Pólipo pediculado	
Figura 18. Pólipo de pequeño tamaño, menor de 1 cm	
Figura 19. Pólipo séstil, correspondiente a adenoma tubular con displasia leve	
Figura 20. Pólipo séstil correspondiente a carcinoma	
4.3.4 Pólipos en pacientes con Carcinoma Colorectal (CCR) estenosante.....	110
Figura 21. Pólipos sincrónicos a CCR estenosante, correspondientes a adenomas	
Figura 22. Pólipo tipo adenoma avanzado adyacente a CCR estenosante	
Figura 23. Pólipo tipo adenoma avanzado distal a CCR estenosante	
Figura 24. Pólipo tipo adenoma tubular de bajo grado distal a CCR estenosante	
Figura 25. Pólipos sincrónicos de 2 cm cada uno, en paciente con CCR estenosante, correspondientes a adenomas	
Figura 26. Paciente con hasta cuatro pólipos sincrónicos a un CCR estenosante, correspondientes a adenomas tubulares con displasia leve y uno de ellos adenoma vellosos de alto grado	
Figura 27. Paciente con dos pólipos sincrónicos a CCR estenosante, correspondientes a adenoma tubular con displasia moderada y adenoma vellosos de alto grado	
4.3.5 Hallazgos extracolónicos.....	113
Figura 28. Nódulo en mama detectado incidentalmente, resultó ser un carcinoma.	
4.3.6 Estudios no válidos.....	113
Figura 29. Colon mal preparado en visión 3D tipo “disección virtual”.	
Figura 30. Colon no distendido	
Figura 31. Colon mal preparado en visión 3D endoscópica luminal.	

ANEXOS

Anexo I. Documento de Preparación para la Colonografía-TC.....083

Anexo II. Documento de consentimiento informado.....084

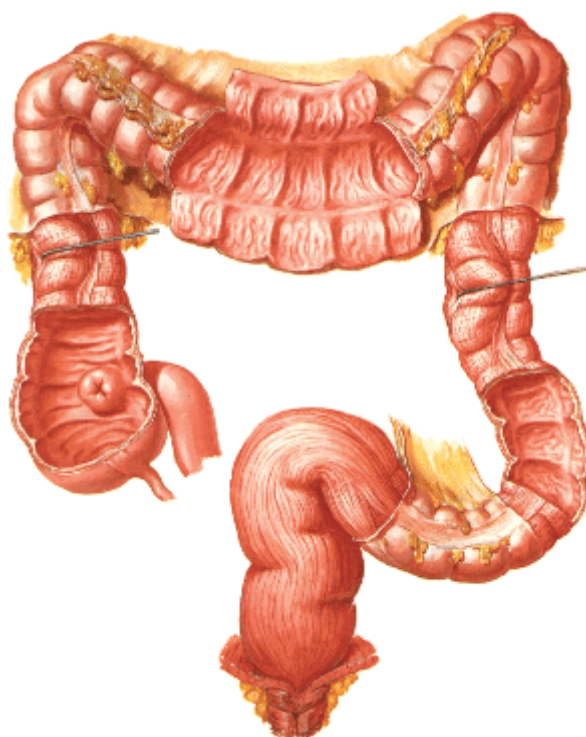
ABREVIATURAS

AA	<i>Adenoma Avanzado</i>
CAD	<i>Diagnóstico asistido por computadora</i>
CCR	<i>Carcinoma colorrectal</i>
CO	<i>Colonoscopia óptica</i>
COI	<i>Colonoscopia óptica incompleta</i>
COI+CTC	<i>Colonoscopia óptica incompleta junto a Colonografía-TC</i>
CTC	<i>Colonografía-TC</i>
EO	<i>Enema opaco</i>
Kv	<i>Kilovoltios</i>
Ma	<i>Miliamperios</i>
TC	<i>Tomografía Computarizada</i>
TCHMC	<i>Tomógrafo helicoidal multicorte</i>

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Anatomía

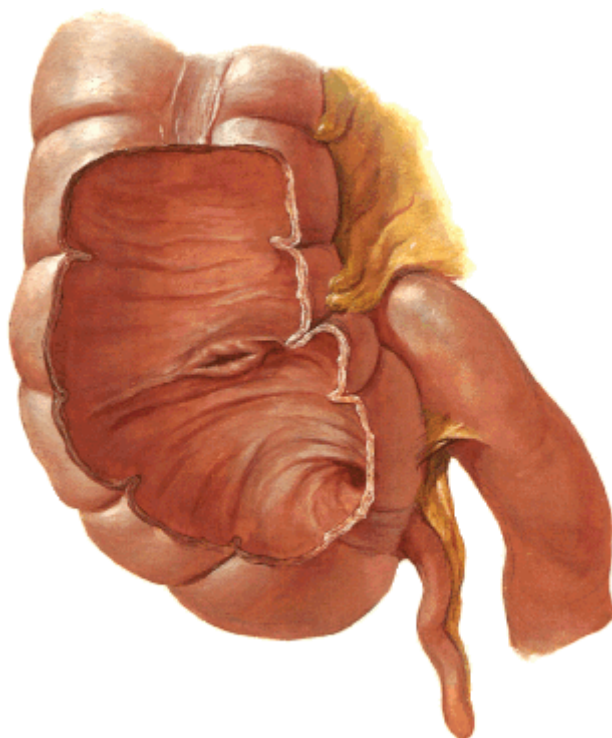
El intestino grueso se extiende desde el íleon hasta el ano y se divide en ciego, colon, recto y canal anal. Mide aproximadamente 1.5 metros de longitud, siendo su calibre mayor cuanto más cercano esté del ciego y disminuyendo gradualmente hasta el recto, donde existe una dilatación de tamaño considerable por encima del canal anal. Se dispone describiendo un arco que rodea las asas de intestino delgado. Este arco comienza en la región ilíaca derecha, en una zona de mayor calibre denominada ciego, luego asciende hasta la región lumbar e hipocondrio derechos, bajo la superficie hepática, donde realiza un giro hacia la izquierda, denominado flexura hepática, para llegar al hipocondrio izquierdo, donde vuelve a girar otra vez en la flexura esplénica, para descender a través de la región lumbar y fosa ilíaca izquierda hacia la pelvis, donde realiza un giro denominado flexura sigmoidea. Desde aquí se continúa junto a la pared posterior de la pelvis hasta el ano.



El ciego es el comienzo del intestino grueso, es un gran saco ciego situado por debajo de la válvula ileocecal. Se localiza en la fosa ilíaca derecha, por encima del punto medio del ligamento inguinal. El ciego permanece bastante libre en el interior de la cavidad abdominal y es capaz de realizar gran cantidad de movimientos, pudiéndose herniar inferiormente hacia el canal inguinal derecho. El apéndice vermiforme es un tubo largo y estrecho, que comienza desde lo que era originalmente el ápex del ciego y puede extenderse hacia varias direcciones.

El extremo distal del íleon desemboca en la porción más medial y posterior del intestino grueso, en el lugar de unión del ciego con el colon. La unión ileocecal está protegida por una válvula formada por dos valvas que se proyecta hacia la luz del intestino grueso. La valva superior, de

disposición horizontal, está en contacto por su borde convexo al lugar de unión del íleon con el colon, mientras que la inferior, que es de mayor tamaño y más cóncava, se encuentra adyacente a la unión del íleon con el ciego. La superficie valvular que contacta con el íleon está cubierta por vellosidades, presentando la estructura característica de la membrana mucosa del intestino delgado. La superficie que contacta con el intestino grueso no contiene vellosidades, sino múltiples orificios con glándulas tubulares características del intestino grueso. Esta válvula presenta reflujo del ciego al íleon en condiciones normales, pero probablemente actúe de esfínter para frenar el paso de contenido desde el íleon al ciego y que no pase demasiado rápido según Testut y Latarjet (1)



Dibujo válvula ile-cecal

El colon se divide en:

- Colon ascendente

Se extiende superiormente desde el ciego, por encima de la válvula ileocecal, hasta la superficie inferior del lóbulo hepático derecho, a la derecha de la vesícula biliar, alojándose en una depresión denominada impresión cólica. A este nivel gira en sentido horizontal y hacia la izquierda, formando la flexura hepática. Se mantiene en contacto con la pared posterior del abdomen a través del peritoneo, que cubre su cara anterior y lateral. La cara posterior contacta mediante un tejido submucoso laxo con los músculos íliaco y cuadrado lumbar, el origen aponeurótico del mesocolon transversal y la cara más inferior y lateral del riñón derecho. A veces el peritoneo lo rodea completamente, formando un mesocolon independiente (mesocolon derecho), aunque más estrecho. Se encuentra en relación anteriormente con las asas de íleon y la pared abdominal.

- Colon transversal

Es la parte más extensa y móvil del colon. Se extiende con una convexidad inferior desde el hipocondrio derecho atravesando todo el abdomen (región epigástrica y umbilical) hasta el

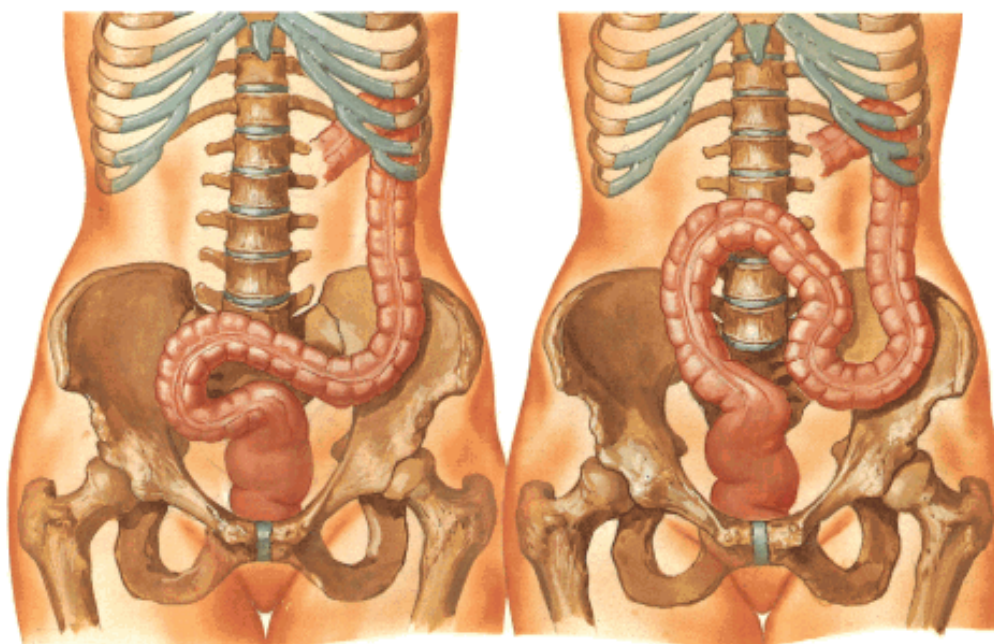
hipocondrio izquierdo, donde se incurva a nivel del borde inferior esplénico formando la flexura esplénica. Está completamente rodeado por peritoneo y se encuentra conectado con el borde inferior del páncreas por una duplicatura larga y ancha de mesenterio, denominada mesocolon transversos. Se encuentra en relación con: en su cara superior con el hígado y la vesícula biliar, la curvatura mayor gástrica y el polo inferior del bazo; en su cara inferior con el intestino delgado; en su cara posterior, de derecha a izquierda, con la porción descendente del duodeno, la cabeza del páncreas y algunas asas de yeyuno e íleon. La flexura esplénica se localiza a nivel de la unión del transversos y colon descendente, y se encuentra en relación con el polo inferior del bazo y la cola del páncreas. Forma un ángulo tan agudo que el colon transversos se encuentra normalmente en contacto con el colon descendente. Normalmente se encuentra a un nivel más superior y posterior que la flexura hepática, y se encuentra unido al diafragma a través de pliegues peritoneales denominados ligamento frenocólico, a la altura de los décimos y undécimos arcos costales, que ayuda a mantener fijo el polo inferior del bazo.

-Colon descendente

El colon descendente se extiende inferiormente desde el hipocondrio izquierdo y región lumbar a lo largo de la cara lateral del riñón izquierdo. A nivel del polo inferior del riñón adquiere una disposición medial, adyacente a la cara lateral del músculo psoas para luego descender a nivel del ángulo que describen psoas y cuadrado lumbar hacia la cresta ilíaca. El peritoneo cubre sus caras anterior y lateral, mientras que la posterior se conecta a través de tejido submucoso con la porción más inferior y lateral del riñón izquierdo, el origen aponeurótico del cuadrado lumbar. Es de menor calibre y más profundo que el colon ascendente y, con más frecuencia que éste, se encuentra rodeado en toda su superficie por peritoneo. Anterior al mismo suelen encontrarse algunas asas de intestino delgado, termina en el colon sigmoideo, a nivel de la apertura superior de la pelvis menor.

- Colon sigmoideo

El colon sigmoideo realiza un giro de casi 360 grados, teniendo una longitud aproximada de 40 cm. Normalmente se localiza en el interior de la cavidad pélvica, pero debido a su libertad de movimiento puede encontrarse a nivel del abdomen.



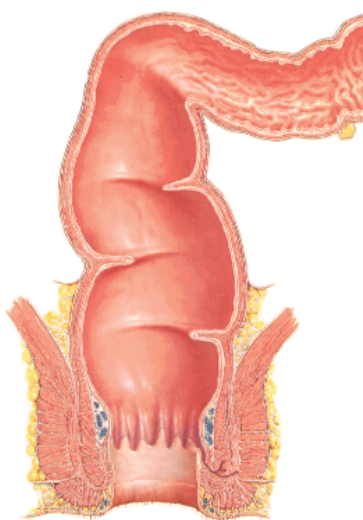
Diferentes posiciones que puede adoptar el colon sigmoideos.

Comienza en la apertura superior de la pelvis menor, donde es continuación del colon ilíaco, y cruza transversalmente por delante del sacro hacia el lado derecho de la pelvis, luego se incurva y vuelve a girar hacia la izquierda para alcanzar la línea media por delante del tercer cuerpo sacro. A este nivel cambia su trayectoria para descender y finalizar en el recto. Se encuentra completamente cubierto por peritoneo, que forma un mesenterio con forma de abanico (mesocolon sigmoideo), el cual disminuye de longitud desde el punto medio hasta el más distal del asa, donde desaparece. Esto hace que el colon sigmoideo se fije a nivel de su unión con el colon iliaco y el recto, pero mantiene amplio rango de movimiento. Por detrás del colon sigmoideo se encuentran los vasos ilíacos externos, el músculo piriforme izquierdo y el plexo nervioso sacro izquierdo. Por delante está separado de la vejiga urinaria en el hombre y del útero en la mujer mediante asas de intestino delgado.

- Recto

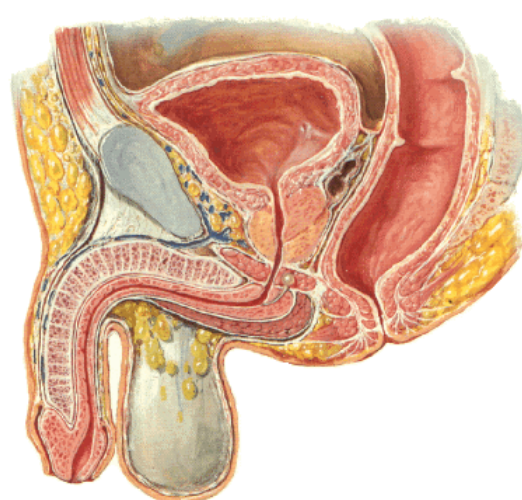
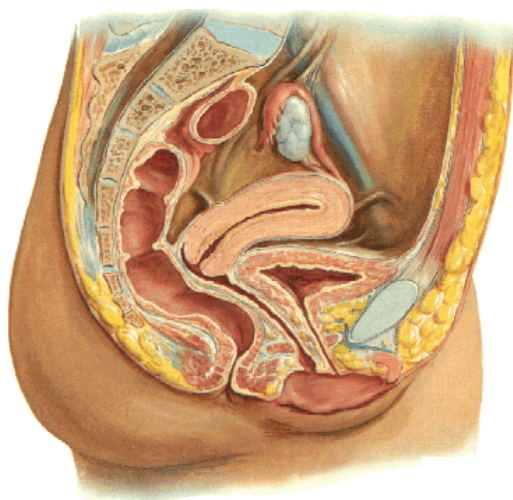
El recto se encuentra interpuesto entre el colon sigmoideo y el canal anal. Desde su origen a nivel de la tercera vértebra sacra tiene una disposición vertical hacia abajo, situándose anterior a la curva sacrococcígea al menos 2.5 cm y a nivel más caudal por delante del cóccix hasta llegar al ápex prostático. A este nivel gira formando un ángulo en dirección hacia el canal anal.

El recto mide aproximadamente 12 cm de longitud. En su extremo proximal tiene un calibre similar al colon sigmoideo, pero en el extremo distal se dilata formando la ampolla rectal. El recto carece de saculaciones, a diferencia de las otras porciones del colon, pero cuando la parte más inferior del recto se encuentra contraída, su mucosa dibuja multitud de pliegues de disposición longitudinal que se borran cuando se distiende. Junto a estos pliegues se encuentran otros de disposición transversal, que son permanentes y de morfología semilunar, conocidos como valvas de Houston. Normalmente son tres valvas, aunque a veces podemos encontrar cuatro y otras sólo dos. Cuando el recto se encuentra vacío se disponen una sobre otra de una manera tan efectiva que son necesarias bastantes maniobras de exploración específicas para introducir el dedo a través del canal anal. Su función consiste en soportar el peso del material fecal para evitar que descienda hacia el canal anal, ya que su presencia a este nivel provocaría el reflejo de demanda de expulsión. En la parte inferior del recto hay una serie de pliegues curvilíneos, de concavidad dirigida hacia arriba, cuya profundidad no supera los 3 ó 4 mm, denominados válvulas de Morgagni, separadas entre sí por eminencias longitudinales llamados columnas de Morgagni.



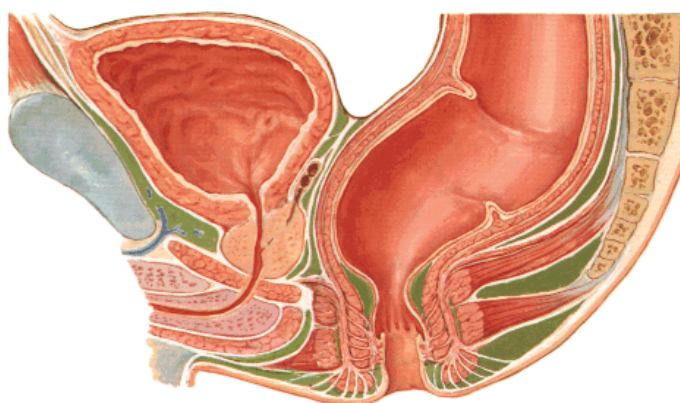
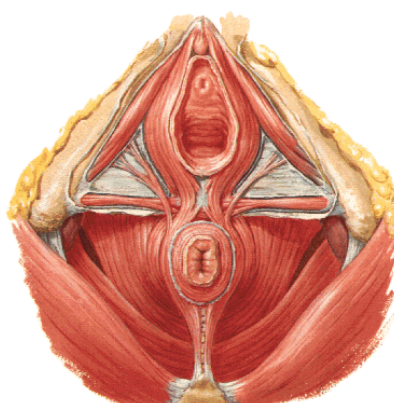
El peritoneo cubre los dos tercios superiores del recto en su cara anterior y lateral a nivel de la porción más superior, estando cubierta sólo la cara anterior a nivel más inferior, reflejándose luego hacia las vesículas seminales en el hombre y la pared posterior de la vagina en la mujer. El nivel al que el peritoneo deja de cubrir al recto para reflejarse en las vísceras de localización anterior al mismo es de gran importancia desde un punto de vista quirúrgico en caso de extirpaciones de la porción más inferior del recto. Está a un nivel más superior en el hombre, a aproximadamente 7.5 cm, mientras que en la mujer se encuentra a aproximadamente 5.5 cm del orificio anal.

El recto se encuentra relacionado a nivel más superior y posterior con el plexo venoso hemorroidal superior, el músculo piriforme izquierdo y el plexo nervioso sacro, que a su vez lo separa de las vértebras sacras; en su porción más inferior, con el sacro, cóccix y el músculo elevador del ano; a nivel anterior se relaciona en el hombre con el fundus vesical y con el útero y sus apéndices en la mujer, algunas asas de intestino delgado y frecuentemente también de colon sigmoide; por debajo se relaciona en el hombre con el trigono vesical, vesículas seminales y conductos deferentes, y en su región más anterior con la próstata; en la mujer, la porción más inferior se relaciona con la pared posterior de la vagina.



- Canal anal

El canal anal o extremo terminal del intestino grueso, comienza a la altura del ápex de la próstata y termina en el ano. Forma un ángulo con la porción inferior del recto. Su longitud oscila entre 2.5 y 4 cm. Carece de cobertura peritoneal, aunque se encuentra rodeado por el esfínter anal interno, músculo elevador del ano, y en su porción más distal por el esfínter anal externo (1).



1.2 Histología y Fisiología

La función principal del aparato gastrointestinal consiste en preparar los alimentos para su absorción por el organismo. Este proceso ocurre a través de cinco fases principales: ingestión, fragmentación, digestión, absorción y eliminación de los productos de desecho. El contenido líquido del intestino delgado pasa a través de la válvula ileocecal al intestino grueso, donde se absorbe el agua existente en este residuo, que se va haciendo cada vez más sólido hasta que se expulsa por el ano.

El aparato gastrointestinal posee cuatro capas funcionales distintas según Young y Heath (2):

- **Mucosa:** Consta de tres componentes:

- Revestimiento epitelial
- Lamina propia: Contiene linfocitos y de células plasmáticas
- Muscularis mucosae: Fina capa de músculo liso

- **Submucosa:** Esta capa de tejido conjuntivo laxo sostiene la mucosa y contiene vasos sanguíneos, linfáticos y nervios de mayor calibre. Por toda la submucosa se extienden diminutos ganglios parasimpáticos que forman el plexo submucoso de Meissner.

- **Muscular propia:** La pared muscular propia consiste en un músculo liso que suele disponerse en una capa circular interna y una longitudinal externa. Las dos capas experimentan contracciones sincronizadas y rítmicas que hacen viajar las ondas peristálticas hacia la zona distal del aparato, impulsando el contenido en esa dirección. Entre ambas capas se encuentran los grupos de células ganglionares parasimpáticas del plexo mientérico de Auerbach.

- **Adventicia:** Esta capa externa de tejido de sostén laxo conduce a los vasos y nervios principales; en las personas obesas contiene, además, una gran cantidad de tejido adiposo.

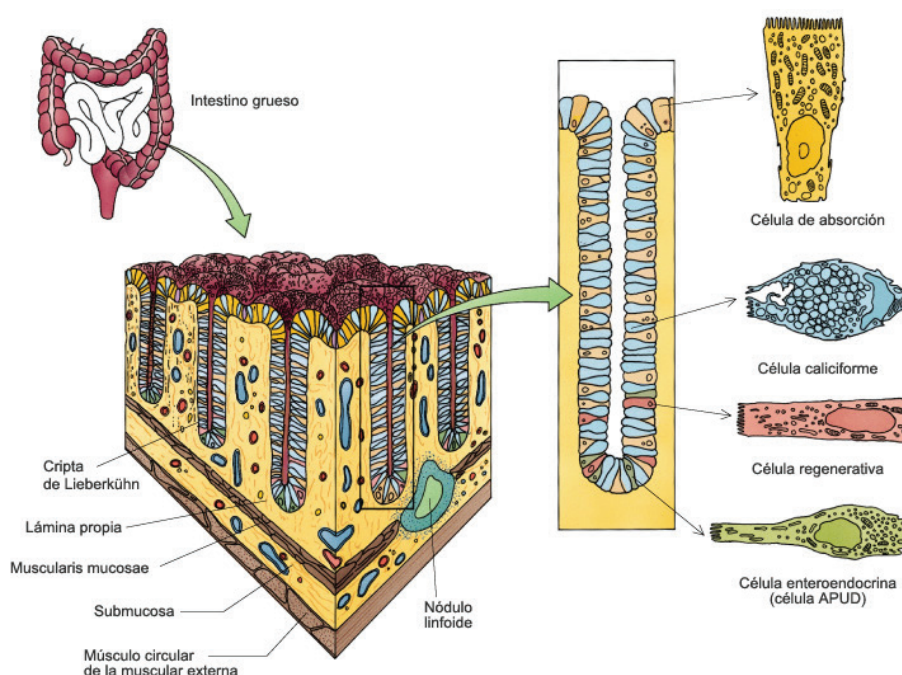
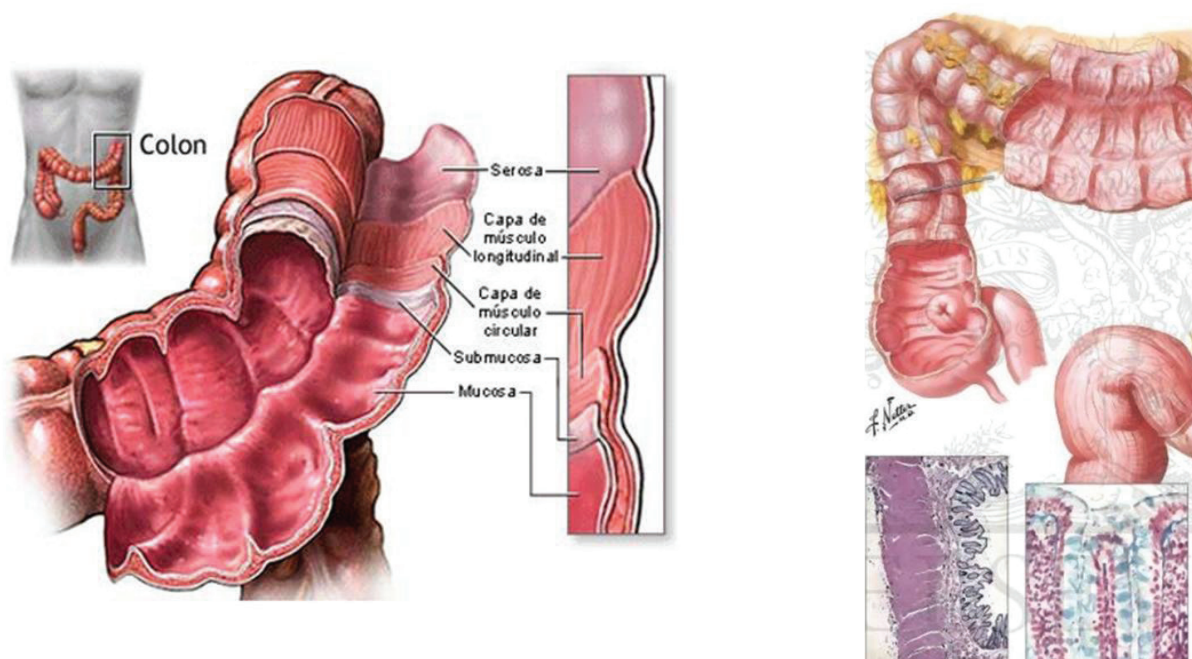


Fig. 17-22. Esquema del colon, las criptas de Lieberkühn y células relacionadas.

Copyright © 2002 by W.B. Saunders Company. All rights reserved.

Las funciones principales del intestino grueso son la recuperación del agua y la sal de las heces y la propulsión de éstas, cada vez más sólidas, hasta el recto antes de la defecación. La pared muscular es consecuentemente gruesa y capaz de de una potente actividad peristáltica. Al igual que el resto del aparato gastrointestinal, la muscular propia del intestino grueso consta de dos capas, circular interna y longitudinal externa, salvo en el recto. Cuando el órgano no está distendido, la mucosa aparece plegada, aunque sin pliegos circulares bien definidos como las del intestino delgado. La muscularis mucosae es una característica prominente de la mucosa del intestino grueso; sus contracciones rítmicas impiden el estancamiento de la secreción glandular y facilitan la expulsión de moco.



En consonancia con esta función de absorción de agua y lubricación fecal, la mucosa está formada por células de dos tipos: absorbentes y caliciformes secretoras de moco. A medida que las heces pasan a lo largo del intestino grueso y se van deshidratando, el moco va adquiriendo una importancia creciente como protector de la mucosa.

El recto es la corta porción terminal dilatada del intestino grueso. La mucosa rectal es similar a la del resto del intestino grueso, salvo por el hecho de que las células caliciformes son incluso más numerosas. En la unión recto-anal la mucosa sufre una transición brusca para convertirse en un epitelio escamoso estratificado (2)

1.3 Lesiones del colon

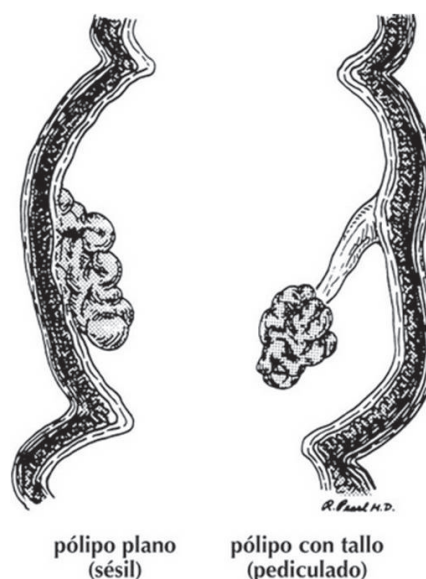
1.3.1 PÓLIPOS

Se denomina pólipo intestinal a todo tumor circunscrito que protruye desde la pared a la luz intestinal. La definición obedece, por tanto, a una descripción macroscópica, con independencia de sus características histológicas. Según la superficie de fijación a la pared intestinal, los pólipos pueden ser pediculados o sésiles.

Los pólipos colónicos se clasifican según sus características histológicas en pólipos neoplásicos y no neoplásicos:

- a. Neoplásicos: Pólipos adenomatosos (67%)
- b. No neoplásicos: Pólipos hiperplásicos (11%) y una miscelánea (22%) que incluye pólipos inflamatorios, mucosos, hamartomatosos y otras lesiones no mucosas.

Según Farreras y Rozman (6) la mayoría de pólipos colorrectales (67%) corresponden a adenomas que son pólipos neoplásicos.



1.3.1.1 Polipos neoplásicos: Pólipos Adenomatosos (Adenomas):

Los pólipos adenomatosos están presentes en el 30-50% de los adultos mayores de 50 años; en el 20% de los casos son múltiples.

Los pólipos adenomatosos o adenomas colorectales constituyen una familia de pólipos de naturaleza neoplásica, resultado de una proliferación anómala de células epiteliales de la mucosa intestinal, con aparición de displasia como característica fundamental, por lo que tienen potencial maligno (7). El diagnóstico diferencial debe plantearse con otros tipos de pólipos (inflamatorios, hiperplásicos o hamartomatosos) siendo necesario el estudio histológico para su diferenciación. Casi el 70% de los pólipos extirpados en la colonoscopia son adenomas (6) (7).

Los adenomas se clasifican en tubulares, tubulovelloso o vellosos dependiendo de la presencia y volumen del componente papilar: **adenomas tubulares** (menos de un 20% de componente vellosos) (85%), **tubulovelloso** (10%) y **vellosos** (5%).



Corte histológicos que muestra los tres tipos de arquitectura de los adenomas:

A) Adenomas tubulares: Arborización de glándulas adenomatosas

B) Adenoma vellosos: Las glándulas se extienden directamente desde la base en sentido vertical como proyecciones digitales

C) Adenoma tubulovelloso: Mezcla de ambos.



Figura que muestra un adenoma pediculado tubular (izquierda) y sésil vellosos (derecha)

Todos los adenomas tienen algún grado de displasia, en función de la proporción en la que posean ciertas anomalías citológicas y estructurales pueden presentar **displasia de bajo, moderado o alto grado**. La displasia de alto grado corresponde al carcinoma in situ o carcinoma intramucoso o carcinoma focal, en el cual los focos neoplásicos no superan la capa muscularis mucosae y por tanto, no alcanzan la submucosa siendo su capacidad de diseminación metastásica nula. Es clasificado como pTis o Estadio 0 en el sistema de estadificación TNM de la National Comprehensive Cancer Network (NCCN) Guidelines de 2012.

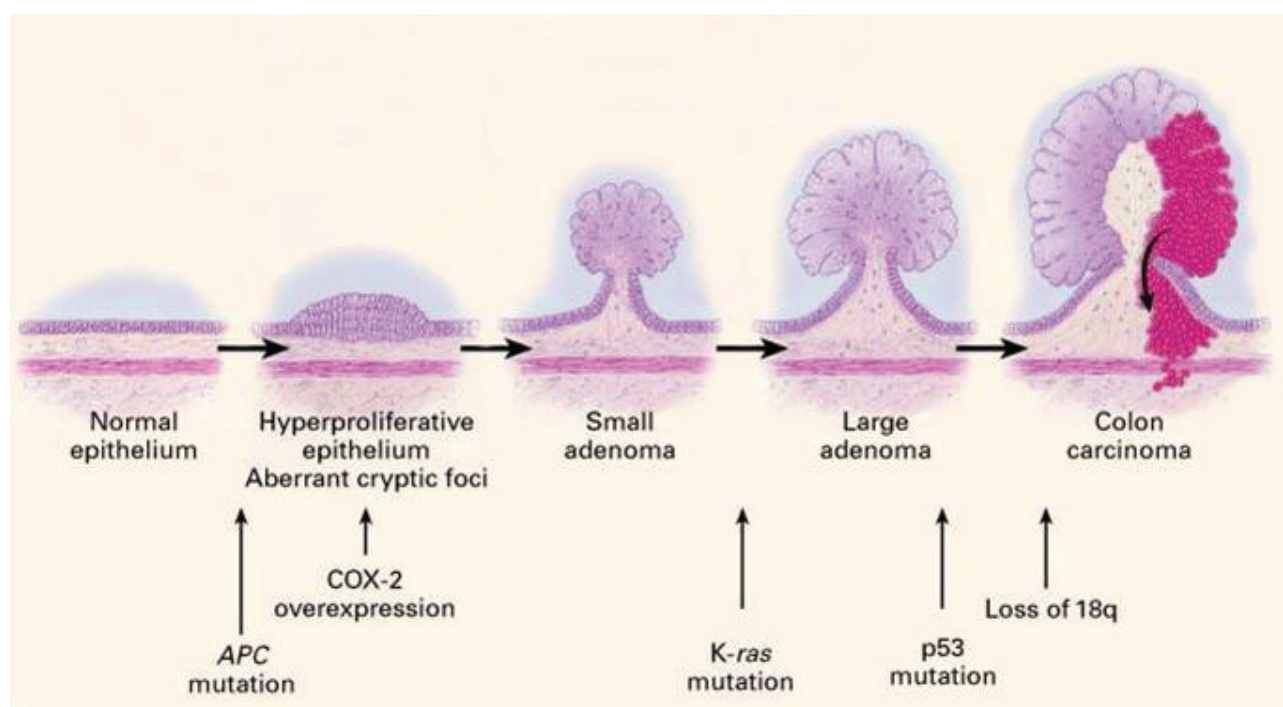
Es importante diferenciar esta entidad del pólipo malignizado que representa un adenoma en el que se ha originado un adenocarcinoma que infiltra más allá de la muscularis mucosae, hacia la capa submucosa, siendo capaz de diseminarse a los ganglios linfáticos o a sitios a distancia y consecuentemente constituye un carcinoma invasivo. Los tumores que afectan la submucosa son clasificados como T1 y corresponden al Estadio I del sistema de estadificación TNM según la National Comprehensive Cancer Network (NCCN) Guidelines de 2012.

1.3.1.2 Secuencia de transformación adenoma-carcinoma

Diversos estudios han demostrado que el adenoma colónico constituye una lesión premaligna (6). La displasia de alto grado y el potencial maligno del adenoma, es decir, la probabilidad de transformación carcinomatosa de un adenoma aumenta en relación a su tamaño y a la proporción

del componente veloso (7). Así, mientras que en los adenomas tubulares menores de 5 mm el riesgo de hallar un área de displasia de alto grado es inferior al 0,1%, en los pólipos vellosos mayores de 1 cm éste supera el 40%. Se cree que en la medida que esta proliferación monoclonal crece, acumula mayor cantidad de alteraciones genéticas y cromosómicas, determinado un comportamiento más agresivo.

Se han identificado las alteraciones genéticas que participan en la secuencia de transformación adenoma-carcinoma, así la histogénesis de un adenoma y la posterior aparición de un cáncer depende de la inestabilidad cromosómica, inestabilidad microsatélite y predominancia de pro-oncogenes (6). La inestabilidad cromosómica depende de la pérdida de dos alelos en los genes APC, DCC y p53, causando la inactivación de estos genes que suprimen la existencia de tumores. La inestabilidad microsatélite genética está en relación con la incapacidad de reparar el ADN por la expresión de genes que causan el fenotipo rer o del error replicativo. Finalmente la aparición de un oncogén K-ras que es un promotor de tumores.



Existe una relación secuencial entre el adenoma y el cáncer colorrectal, y los cambios progresan de la mucosa normal a la displásica y a continuación, al cáncer. La secuencia parece ser la mutación de APC, K-ras, DCC y P53 pero el orden puede variar.

Haggitt y col. (7) asignaron regiones anatómicas (niveles) de invasión para cada pólipo maligno. En este estudio el Nivel 1 describe el adenocarcinoma invasivo limitado a la cabeza del pólipo; el Nivel 2 incluye el compromiso del cuello; el Nivel 3 corresponde a células de adenocarcinoma en el pedículo y el Nivel 4 de invasión de las células del adenocarcinoma infiltrando la submucosa a nivel de la pared intestinal adyacente.

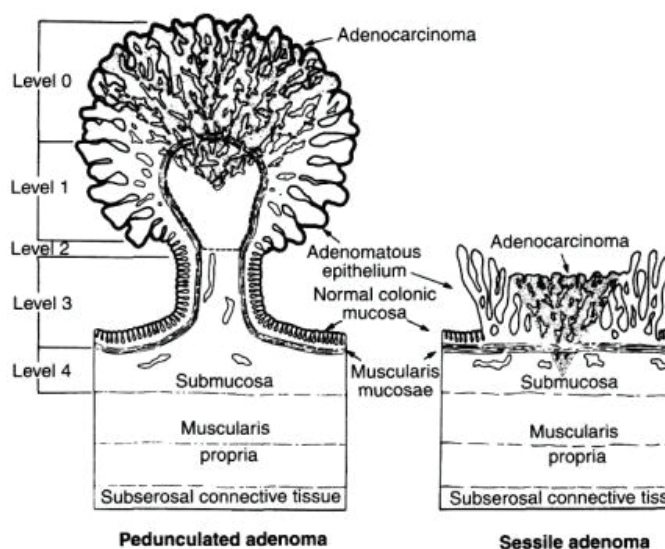


Figura que muestra los niveles de invasión según Haggitt:

A la izquierda un adenoma pediculado y a la derecha un adenoma sésil, ambos con focos de adenocarcinoma que invaden la submucosa (carcinoma invasivo). En el caso del pólipo pediculado el carcinoma invade a través de la muscular de la mucosa pero que no sobrepasa la cabeza del pólipo (nivel 1) y en el pólipo sésil los focos de displasia invaden la submucosa de la pared intestinal (nivel 4)

En este sistema, el adenocarcinoma invasor en un pólipo sésil tiene, por definición, un Nivel 4 de invasión. No obstante, la evaluación histológica precisa del nivel de Haggitt puede ser difícil, especialmente la diferenciación entre Nivel 1 vs 2, y 2 vs 3. Algunos autores concluyen en que sólo los pacientes con Nivel 4 de invasión requieren resección y en el resto de niveles basta con la polipectomía y vigilancia estrecha posterior mediante colonoscopia. Más recientemente, algunos autores se han propuesto otros sistemas de clasificación histológica adicional basado en el grado de diferenciación celular en los bordes de la lesión y en el tamaño y profundidad de la invasión de la submucosa.

1.3.1.3 Adenoma avanzado

Por tanto, los pólipos adenomatosos son tumores neoplásicos epiteliales benignos con potencial variable de malignidad. La secuencia adenoma-carcinoma es bien conocida y se acepta que más del 95% de todos los cánceres colorrectales se originan de adenomas. Es por ello que debe considerarse como una lesión premaligna (4), aunque de hecho la secuencia completa con transformación maligna sólo ocurre en el 5% de los adenomas. Esta transición es un proceso lento. El tiempo estimado para que un pólipo de tamaño inferior a 1 cm degenera a cáncer es de 5 a 10 años.

El riesgo de malignización aumenta en los llamados **adenomas avanzados**, que presentan, al menos, una de las siguientes características (4):

- Tamaño superior a 1 cm
- Componente veloso
- Displasia de alto grado.

Más del 25% de los adenomas avanzados y los cánceres de colon se localizan en el área proximal al ángulo esplénico.

Son más frecuentes en recto (37%) y sigma (31%), y a continuación en colon ascendente (9%), ciego (8%), colon transverso (4%), ángulo hepático (4%) y ángulo esplénico (2%).

1.3.1.4 Pólipos no neoplásicos

No tienen potencial de malignización, se incluyen pólipos hiperplásicos, hamartomas y pólipos inflamatorios. Una vez extirpados y analizada su histología, este tipo de pólipos no precisan seguimiento endoscópico.

- Pólipos inflamatorios:

Los pólipos inflamatorios se forman como consecuencia del proceso regenerativo de un foco inflamatorio, por lo que carecen de potencial de degeneración maligna. Estos pólipos pueden en ocasiones alcanzar un tamaño notable y se encuentran en diversas enfermedades del colon, como la enfermedad inflamatoria del intestino, la colitis amebiana o la disentería bacilar.

- Pólipos hiperplásicos:

Los pólipos hiperplásicos, también denominados metaplásicos, constituyen el 10-30% de todos los pólipos colónicos identificados mediante colonoscopia o en estudios necrópsicos. Son pequeños pólipos epiteliales (generalmente con diámetros menores de 5 mm) que pueden encontrarse a cualquier edad, pero que habitualmente se descubren en pacientes de más de 50 años. A menudo son múltiples y más de la mitad se encuentran en la región de rectosigma. Histológicamente están formados por glándulas de morfología relativamente conservada y criptas revestidas por células epiteliales no neoplásicas, la mayoría de las cuales muestran diferenciación hacia células caliciformes o absortivas. Aunque los grandes pólipos hiperplásicos pueden coexistir con zonas de cambio adenomatoso, el pólipo hiperplásico habitual pequeño carece prácticamente de potencial maligno (3). A pesar de no poseer capacidad de transformación neoplásica per se, se han descrito casos de pólipos hiperplásicos con focos de adenoma e, incluso, de carcinoma.

- Pólipos hamartomatosos

Son la proliferación de células maduras de la mucosa. Las dos entidades mejor conocidas son la póliposis juvenil y el pólipo de Peutz-Jeghers.

1.3.1.5 Tratamiento pólipos

Todos los pólipos de colon deben tratarse mediante la polipectomía endoscópica completa, ya que su aspecto macroscópico los hace indistinguibles, por lo que hay que proceder a su análisis histológico, describir el grado de displasia, evaluar la presencia o no de malignidad y en el caso en que exista definir la profundidad de la invasión de los tejidos, el grado de diferenciación celular, la afectación vascular y linfática y la existencia o no de invasión del margen de resección.

La polipectomía endoscópica de los adenomas colorrectales se ha demostrado que disminuye la incidencia de cáncer colorrectal (CCR) y es el tratamiento definitivo cuando se efectúa una resección completa. Si mediante colonoscopia se extirpa un adenoma cuyo examen histológico revela la presencia de displasia de alto grado (carcinoma in situ), la resección endoscópica puede considerarse suficiente dado que la afección está limitada a la mucosa (7). La indicación quirúrgica

debe ser el tratamiento inicial en adenomas sésiles de gran tamaño y con una base de implantación amplia que un endoscopista no logra resear. Igualmente deberá recomendarse tratamiento quirúrgico cuando el análisis histológico de un pólipo muestre invasión de la submucosa (carcinoma invasivo) y además existen criterios de mal pronóstico como son: resección parcial del pólipo, carcinoma pobremente diferenciado, invasión vascular o lesión a menos de 2 mm del margen de resección.

Así las indicaciones de resección endoscópica de cáncer colorrectal temprano propuestas según el Proceso Asistencial de CCR propuesto por Servicio Andaluz de Salud es (8):

1. Lesiones polipoideas pediculadas

- Haggit grado 1, 2 y 3.
- Lesiones < 2 cm.
- Tumores bien o moderadamente diferenciados.
- Ausencia de afectación vascular o linfática.
- Infiltración de la submucosa en profundidad < 1-2 micras desde la muscularis mucosae.
- Anchura máxima de afectación en la submucosa < 4 micras.
- Resección en bloque.

2. Lesiones polipoideas sesiles

- Lesiones < 2 cm.
- Tumores bien o moderadamente diferenciados.
- Ausencia de afectación vascular o linfática.
- Infiltración de la submucosa en profundidad < 1-2 micras desde la muscularis mucosae.
- Anchura máxima de afectación en la submucosa < 4 micras.
- Resección en bloque.

1.3.1.6 Síndromes de poliposis intestinal:

Los síndromes de poliposis intestinal pueden clasificarse en dos grandes categorías en función de que sean o no hereditarios. A su vez, los primeros pueden subdividirse según la estirpe histológica de los pólipos en adenomatosos o hamartomatosos

a) **Hereditarios adenomatosos**

1. *Poliposis cólica familiar*

También denominada poliposis adenomatosa familiar. Se trata de una enfermedad hereditaria autosómica dominante caracterizada por la presencia de numerosos pólipos adenomatosos (más de 100) a lo largo de todo el intestino grueso.

El diagnóstico suele hacerse entre la segunda y la cuarta décadas de la vida. En el intestino se encuentran las tres variedades de adenomas (tubulares, tubulovelloso y vellosos), en general de pequeño tamaño (inferiores a 5 mm) y cubriendo de modo difuso la mucosa. La poliposis cólica familiar es una enfermedad con un alto potencial de malignización, de manera que si no se efectúa el tratamiento quirúrgico, la práctica totalidad de pacientes desarrollarán un carcinoma colorrectal antes de los 50 años de edad.



2. *Síndrome de Gardner*

La identificación del gen APC como responsable de esta entidad ha permitido confirmar que el síndrome de Gardner forma parte del espectro clínico de la poliposis cólica familiar. En este sentido, se reserva esta denominación para aquellos individuos que presentan lesiones extraintestinales asociadas a la afección colorrectal. Dado que los pólipos son de tipo adenomatoso, el riesgo de malignización es idéntico al descrito en la poliposis cólica familiar. Las lesiones extraintestinales más frecuentes son osteomas en maxilares, cráneo y huesos largos, tumores desmoides, fibromatosis mesentérica y quistes subdentarios.

3. *Síndrome de Turcot*

Esta enfermedad hereditaria autosómica recesiva fue inicialmente descrita como la asociación de poliposis cólica familiar y tumores del sistema nervioso central. Sin embargo, se ha descrito la presencia de mutaciones germinales tanto en el gen APC como en un gen responsable de la reparación del DNA.

b) Hereditarios hamartomatosos

4. *Poliposis colónica juvenil*

Esta enfermedad, de presentación durante la infancia, se caracteriza por la existencia de pólipos hamartomatosos que afectan invariablemente el recto y, en ocasiones, el colon. Los pólipos presentan un tamaño en general superior a 2 cm y se distinguen por contener glándulas con dilatación quística y un infiltrado inflamatorio en la lámina propia. Los síntomas, que pueden deberse a invaginación, hemorragia o prolapso del pólipo por el ano, suelen manifestarse a partir de los 5 años de edad. A pesar de que estas lesiones no poseen potencial de malignización intrínseco, en un elevado porcentaje de casos (10-60%) se asocia a neoplasias gastrointestinales.

5. *Síndrome de Peutz-Jeghers*

Consiste en la asociación de pólipos gastrointestinales múltiples de tipo hamartomatoso con

pigmentación melánica de la mucosa bucal, labios, manos, pies y, en ocasiones, región perianal. Las lesiones polipoideas son de diferentes tamaños y se hallan difusamente distribuidas por todo el tracto digestivo, de predominio en el intestino delgado. Aunque los pólipos hamartomatosos del síndrome de Peutz-Jeghers no tienen capacidad de degeneración, se ha descrito una incidencia de neoplasias digestivas algo superior a la de la población general.

6. Poliposis neurofibromatosa o enfermedad de Von Recklinghausen

Esta enfermedad sistémica puede afectar el tracto gastrointestinal con presencia de neurofibromas submucosos susceptibles de degenerar. Presenta un patrón hereditario autosómico dominante y es debida a mutaciones en el gen NF1. En general, los pólipos intestinales son asintomáticos, aunque se han descrito casos de hemorragia, perforación y oclusión intestinal.

7. Enfermedad de Cowden

Es un síndrome de poliposis hereditario caracterizado por la presencia de múltiples hamartomas en piel y mucosas y debido a la existencia de mutaciones en el gen *PTEN*. Los pólipos intestinales son de tipo hamartomatoso y no sufren transformación maligna, pero la enfermedad se asocia a cáncer de tiroides y enfermedad fibroquística y cáncer de mama.

c) No hereditarios

8. Síndrome de Cronkhite-Canada

Se trata de una enfermedad rara, no familiar, caracterizada por poliposis gastrointestinal difusa, hiperpigmentación cutánea, onicodistrofia y alopecia. Los pólipos presentan una morfología inflamatoria y quística similar a la de los pólipos juveniles y no suelen degenerar.

1.3.2 CANCER COLORRECTAL

1.3.2.1 Epidemiología

El cáncer colorrectal es un problema de salud de primer orden por su elevada incidencia y morbilidad, ya que es la segunda causa de muerte por cáncer tras el cáncer de pulmón en el hombre y de mama en la mujer. En España durante el año 2012, el cáncer colorrectal aumentó un 0,7%, falleciendo un total de 11.768 españoles, 6.937 hombres y 4.831 mujeres (9).

Aparece con mayor frecuencia entre la quinta y la séptima década de la vida y en un pequeño porcentaje de casos, el diagnóstico se efectúa en edades inferiores a los 40 años, habitualmente en el contexto del CCR hereditario (poliposis adenomatosa familiar o CCR hereditario no polipósico (8). Constituye la segunda neoplasia más frecuente, tanto en hombres como en mujeres, tras el cáncer de pulmón y el de mama respectivamente, suponiendo la segunda causa de muerte por cáncer. En relación a su localización, el 23% de estas neoplasias afectan al recto, el 10% a la unión recto-sigmoidea, el 25% al sigma, el 6% al colon descendente, el 13% al colon transversal, el 8% al colon ascendente y el 15% al ciego. El cáncer de recto es más frecuente en varones, mientras que

el de colon derecho afecta más a mujeres.

1.3.2.2 Patogenia

Existen múltiples evidencias que apoyan la participación de factores tanto genéticos como ambientales en la patogenia del cáncer colorrectal.

Más de un 95% de estos cánceres se origina en un adenoma colónico (4). Según el modelo secuencial explicado anteriormente el desarrollo del cáncer colorrectal refleja la activación de determinados oncogenes (K-ras) y la inhibición de diversos genes supresores (APC, MCC, DCC, p53), la acumulación de alteraciones en estos genes, independientemente del orden en que se han adquirido, es la responsable de la transformación neoplásica. Por otra parte, en estos pacientes es habitual hallar la presencia de antecedentes familiares de esta neoplasia. Este subgrupo, al que se tiende a denominar cáncer colorrectal familiar para así distinguirlo de las formas inequívocamente hereditarias, representa el 25-50% del total de casos de cáncer de colon y recto.

El papel exacto de los factores ambientales en el desarrollo del cáncer colorrectal no está bien definido. En general, múltiples estudios sugieren la participación de diversos factores dietéticos, entre los cuales destacan macronutrientes (grasas de origen animal, fibra vegetal, alcohol) y micronutrientes (calcio, selenio, vitamina C), hallándose una correlación positiva entre la incidencia de carcinoma colorrectal y el consumo de carne (6). Este aumento en el consumo de grasa de origen animal suele acompañarse de un descenso en el consumo de fibra vegetal.

1.3.2.3 Grupos de riesgo

- a. Cáncer colorrectal hereditario no ligado a poliposis (CCHNP).
- b. Poliposis cólica familiar.
- c. Antecedentes familiares de cáncer colorrectal.
- d. Antecedentes familiares de adenoma colónico. De manera similar a lo expuesto en el apartado anterior, el riesgo de cáncer colorrectal aumenta cuando existen antecedentes familiares de pólipos adenomatosos colónicos, especialmente si el diagnóstico de éstos se efectuó antes de los 60 años.
- e. Enfermedad inflamatoria intestinal.
- f. Antecedente personal de cáncer colorrectal. El diagnóstico de cáncer colorrectal comporta un mayor riesgo de presentar una segunda neoplasia en esta localización, ya sea de manera sincrónica o a lo largo del seguimiento (metacrónica).
- g. Antecedente personal de adenoma colónico. En la actualidad está bien establecido que el adenoma colónico constituye una lesión premaligna.
- h. Antecedente personal de otras neoplasias.
- i. Edad. En individuos sin otros factores predisponentes, el riesgo de padecer cáncer colorrectal antes de los 40 años es bajo. A partir de esta edad, el riesgo aumenta progresivamente,

duplicándose la incidencia con cada década y alcanzando un pico entre los 75 y los 80 años.

1.3.3 OTRAS LESIONES DEL COLON

- **Divertículos:** Son pequeñas bolsas que se abultan en el colon o en el intestino grueso.
- **Lipomas:** Lesiones benignas submucosas. La mayoría asientan en colon derecho (90%). Habitualmente son lesiones únicas, siendo múltiples en el 10%.
- **Hemangiomas:** Lesiones benignas infrecuentes, que se originan en el plexo vascular submucoso. El 80% son hemangiomas cavernosos.
- **Linfomas:** La mayoría son linfomas n o Hodgkinianos y de tipo B. Es infrecuente constituyendo sólo el 0,4% de todas las neoplasias colónicas.
- **Tumores del estroma intestinal (GIST):** Son mucho más raros que en otras localizaciones gastrointestinales (2). Afectan la superficie mucosa y extraserosa colónica.
- **Tumor carcinoide:** En el recto se localizan el 15% de los tumores carcinoides gastrointestinales. En el colon tienen una localización generalmente distal, mientras que en el colon proximal son normalmente el resultado de la extensión de tumores carcinoides ileales.
- **Metástasis:** La afectación metastásica más frecuente es secundaria a una carcinomatosis peritoneal. También puede observarse infiltración rectal por contigüidad de neoplasias de próstata o del cuello uterino.

1.4 Clínica y exploración física

• PÓLIPOS INTESTINALES

La mayoría de adenomas son asintomáticos, la probabilidad de desarrollar sintomatología aumenta con el tamaño del pólipo (ulceración, síntomas obstructivos). En muchos casos es un hallazgo casual en colonoscopias realizadas por otros motivos.

Las manifestaciones clínicas de los pólipos son:

Pérdidas hemáticas en heces (anemia por pérdida crónica y rectorragia): 45-50%

Cambios del ritmo deposicional: 10-20%

Síntomas dispépticos: 7-10%

Dolor abdominal: 4-6%

Presencia de moco en las deposiciones: 4-5% (particularmente en adenomas vellosos localizados en recto).

Según Farreras y Rozman (6), la mayoría de pólipos son detectados en el transcurso de colonoscopias indicadas por motivos diversos y corresponden a adenomas tubulares de pequeño tamaño, los cuales no tienen traducción clínica.

La poca expresividad clínica de los pólipos contrasta con los grandes avances en el mejor conocimiento de la epidemiología, etiopatogenia e historia natural de los mismos, lo que permite establecer unos grupos de riesgo, por lo general asintomáticos, que pueden beneficiarse de una exploración endoscópica de screenig con el consiguiente diagnóstico precoz de las lesiones.

• CÁNCER COLORRECTAL

El cáncer colorrectal no suele dar síntomas hasta fases avanzadas (6). La forma de presentación varía en función de la localización del tumor:

- Colon izquierdo: Se manifiestan en general en forma de rectorragia y/o cambios en el ritmo deposicional (estreñimiento o falsa diarrea), condicionados por la reducción de la luz del colon. El crecimiento del tumor ocluyendo la luz intestinal puede provocar un cuadro agudo de obstrucción intestinal
- Colon derecho: Suelen causar hemorragia oculta y anemia crónica secundaria. No es infrecuente que se detecte una masa en la exploración del cuadrante inferior derecho del abdomen.
- Recto: Suele causar urgencia rectal, tenesmo y diarrea con moco y sangre; no es infrecuente la emisión de heces acintadas.

Además de los síntomas locales, el cáncer colorrectal causa a menudo síntomas generales, como astenia, anorexia, pérdida de peso o fiebre. Pueden aparecer síntomas secundarios a la presencia de metástasis a distancia.

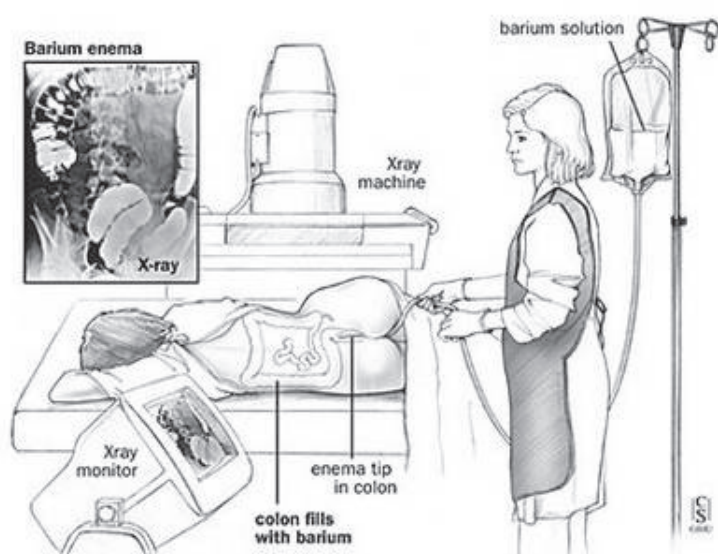
El cáncer colorrectal debe sospecharse ante todo paciente que presenta cambios en el ritmo deposicional, alteración del calibre de las heces, rectorragia o hematoquecia, o anemia crónica por pérdidas ocultas en heces (6). La exploración física se dirige a determinar el estado nutricional,

detectar palidez secundaria a anemia crónica y buscar masas abdominales, hepatomegalia, adenopatías o signos de obstrucción intestinal. El tacto rectal descubrirá la mayoría de tumores rectales y permitirá conocer su tamaño, grado de fijación e invasión a estructuras adyacentes, así como estudiar el contenido fecal del recto para detectar sangre macroscópica u oculta.

1.5 Métodos de imagen diagnósticos

- Test de sangre oculta en heces:

Debido a su bajo coste y a que es una técnica no invasiva ha sido muy usado, pero posee una escasa sensibilidad (30-40%) para la detección del carcinoma colorrectal (4) y una alta especificidad (96-98%), ya que la mayoría son estenosantes y no sangran a no ser que estén ulcerados. No obstante la realización de la prueba de sangre oculta en heces con periodicidad aumenta su sensibilidad, siendo una prueba eficaz en el cribado del cáncer colorrectal al realizarse con periodicidad anual y bienal en individuos de riesgo medio como indican algunas guías de práctica clínica de prevención del cáncer colorrectal (8).



- Enema opaco:

Estudio contrastado del colon que se realiza mediante la introducción de contraste a través de una sonda colocada en la ampolla rectal. Se utiliza contraste baritado, excepto en los casos de sospecha de perforación en los que se utilizará contraste yodado hidrosoluble. Se realiza una dieta pobre en residuos los tres días anteriores a la prueba. La víspera se administran laxantes o bien una solución evacuante, pues es fundamental una limpieza exhaustiva del colon. El enema de contraste simple consiste en introducir una solución de bario de baja densidad a través de una sonda rectal hasta conseguir un llenado total del colon y se realizan varias proyecciones bajo control radioscópico: Posteroanterior, lateral y oblicuas de recto y sigma, oblicuas derecha e izquierda para valorar colon ascendente y descendente y desplegar ángulos esplénico y hepático, posteroanterior de colon transversal y proyección lateral de colon.

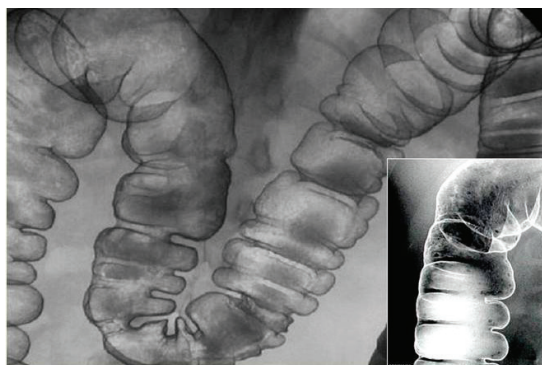
En el enema por colostomía se introduce el contraste baritado a través de una sonda Foley colocada en la colostomía.

El valor del enema opaco queda limitado por la incapacidad de evaluación transmural,

por lo que es una técnica de fácil disponibilidad y alta sensibilidad en el diagnóstico de cánceres estenosantes, pero de eficacia limitada en la detección de pólipos (4).

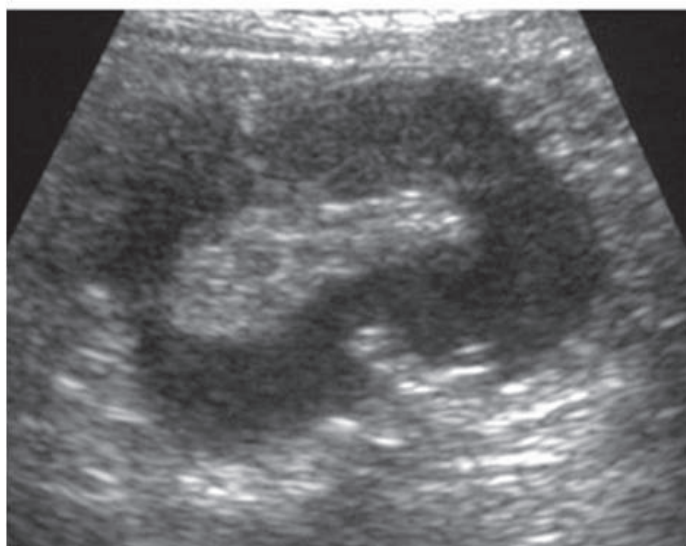
El enema de doble contraste consiste en introducir bario de alta densidad y cuando el contraste alcanza el colon transverso, se insufla aire girando al paciente para conseguir una correcta impregnación de toda la mucosa. El enema con doble contraste aumenta la sensibilidad en la detección de lesiones pero requiere una mayor experiencia. La sensibilidad del enema con doble contraste en la detección de cáncer colorrectal varía del 33 al 100% según las series (4).

Sus indicaciones han quedado reducidas de forma significativa, aunque puede realizarse para: Diagnóstico y extensión de enfermedad diverticular del colon, colonoscopia incompleta, estudios postquirúrgicos para valorar la permeabilidad de la anastomosis (4).



- Ecografía:

Es un método de imagen cuyas principales ventajas son no someter al paciente a radiaciones ionizantes, es una exploración en tiempo real y rápida, de capacidad multiplanar y alta disponibilidad. No se emplea sistemáticamente para el diagnóstico de la neoplasia colónica, aunque puede identificarse su aspecto ecográfico de “seudoríñon” cuando se halla de forma incidental o ante una clínica aguda por complicación (4).



Ecografía abdominal donde se aprecia un engrosamiento concéntrico de las paredes del colon en un paciente con carcinoma de colon (seudoríñon)

- Ecografía endorrectal:

El transductor se introduce dentro de la luz del recto, permite estudiar no sólo la pared del órgano donde se introduce el transductor, sino también los órganos más próximos. Es un método preciso para evaluar la extensión tumoral del cáncer de recto a través de las diversas capas de su pared, especialmente al evaluar tumores superficiales (estadificación local).

- Tomografía Computarizada:

Es la técnica de imagen más completa para el estudio de gran parte de las enfermedades que afectan al abdomen. El tiempo de exploración es muy corto (segundos) por lo que es más fácil conseguir la colaboración del paciente para obtener un estudio diagnóstico adecuado. Presenta algunas limitaciones como son la dosis de radiación, el uso de medios de contraste yodado por vía intravenosa (a veces se utiliza también contraste enteral o rectal) y que permite identificar tumores colónicos cuando tienen un tamaño considerable o condicionan oclusión, pero no detecta lesiones de pequeño tamaño si el colon está colapsado o existen abundantes restos fecales (4).



La TC demuestra el engrosamiento de la pared del colon, su visualización está facilitada porque condiciona una estenosis con dilatación del colon e intestino delgado proximal.

La administración de un enema de gastrográfín diluido (enema-TC) puede ayudar al diagnóstico de lesiones dudosas.

La TC es una técnica útil para realizar estudio de extensión a distancia de una neoplasia maligna diagnosticada, por su elevada sensibilidad en la detección de metástasis. Según el tipo de tumor puede condicionar la posibilidad del tratamiento quirúrgico, el tipo de cirugía o el tratamiento adyuvante. También se emplea como herramienta de seguimiento en pacientes con neoplasias tratadas para evaluar su respuesta a la terapéutica o detectar recidivas de forma precoz.

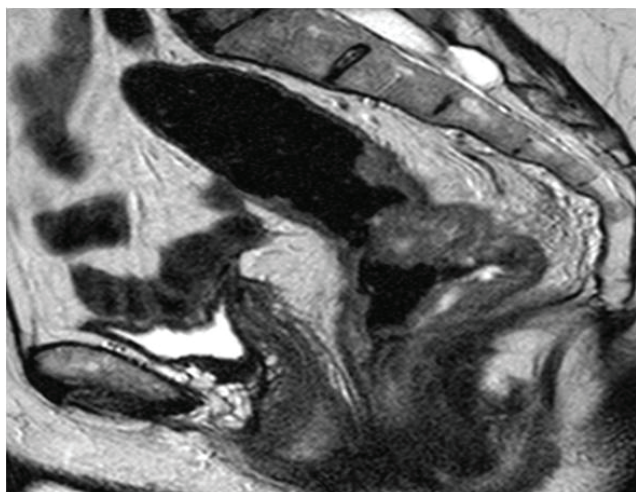
- Resonancia Magnética:

Proporciona una excelente resolución de contraste entre los tejidos blandos, con la posibilidad añadida de modificar el contraste al variar los parámetros de secuencias de pulsos, la ausencia de radiaciones ionizantes, posibilidad de obtener imágenes de muy alta resolución de los órganos pelvianos en cualquier plano de corte.

Como limitaciones está que el tiempo de adquisición de los estudios suele ser bastante más largo que en otras técnicas como la TC o la ecografía, suele ser necesaria la colaboración

del paciente manteniendo la apnea en muchas secuencias, limitaciones generales en pacientes con marcapasos, implantes metálicos u otras contraindicaciones, tiene dificultad para realizarse a pacientes claustrofóbicos, niños o pacientes que necesiten soporte vital. Además en comparación con la TC en la RM es más difícil obtener un estudio de alta calidad diagnóstica de un área anatómica muy extensa como el abdomen o pelvis y de todo el cuerpo (4).

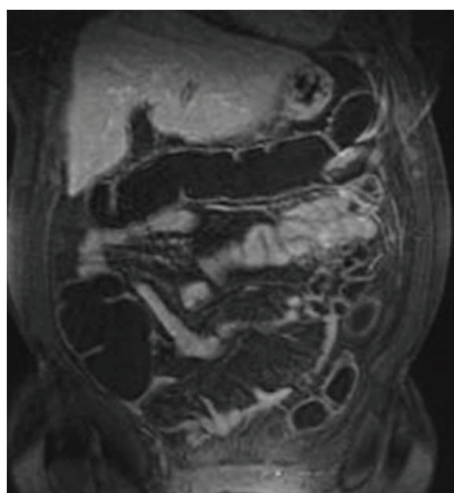
Es sin embargo una técnica útil en el estudio de extensión local del cáncer de recto, especialmente para determinar el margen de resección circunferencial y la invasión de órganos vecinos.



RM secuencia T2 sagital donde se observa un engrosamiento de la pared en relación a carcinoma de recto.

- Colonografía por Resonancia Magnética:

Consiste en realizar secuencias del colon tras su distensión con enema de agua. Requiere la administración de contraste iv, es una técnica de mayor coste y de menor disponibilidad, por lo que no parece que sea una alternativa válida con los equipos actuales (4).



RM secuencia coronal T1 con contraste intravenoso.
Fuente: Radiol Clin N Am 45 (2007) 377-387

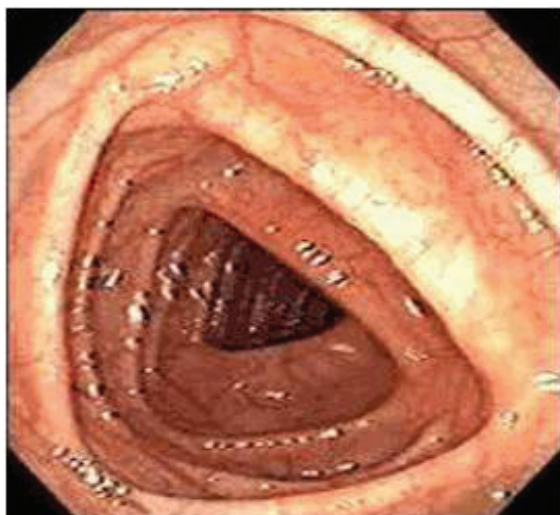
- PET y PET-TC:

La principal indicación de la PET y de la PET-TC tiene lugar en el seguimiento del carcinoma

colorrectal cuando las pruebas radiológicas muestran resultados indeterminados, o negativos, y existe una alta sospecha clínica (4).

- Colonoscopia óptica:

La colonoscopia convencional constituye el gold standard o prueba diagnóstica de referencia por su alta sensibilidad en la detección de pólipos, permitiendo su extirpación en el mismo acto por lo que permite diagnóstico y tratamiento a la vez, tiene una alta sensibilidad para detectar pólipos grandes y pequeños ya que permite una visualización directa de la mucosa.

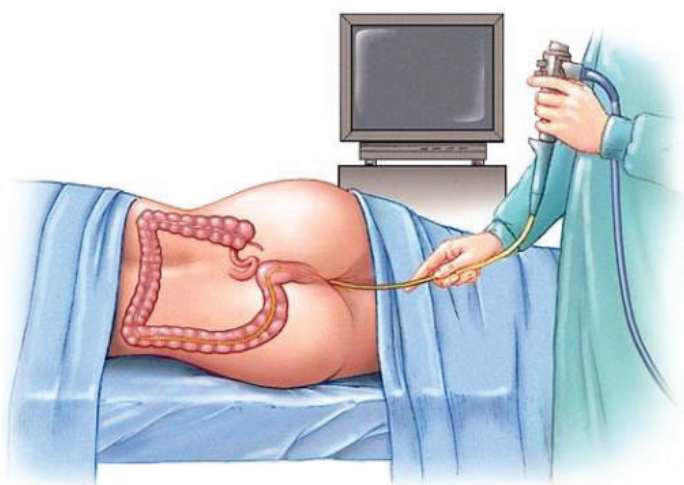


Imágenes de colonoscopia, a la izquierda visión endoscópica del colon, a la derecha un pólipo.

La colonoscopia consiste en la exploración del interior del recto y del colon, introduciendo a través del ano un instrumento, el colonoscopio. Este consiste básicamente en un tubo flexible dotado de un sistema de iluminación y de visión. A través de él se pueden introducir pinzas y otros accesorios que se emplearán en diferentes procedimientos tanto diagnósticos como terapéuticos.

La duración del procedimiento es variable, dependiendo de si se trata de una exploración diagnóstica o terapéutica, y de si precisa o no administrar sedación. En general, una colonoscopia tiene una duración aproximada de 30-45 minutos. Mediante la colonoscopia se pueden diagnosticar la mayor parte de las enfermedades que afectan al tracto digestivo inferior, ya que consigue la visualización directa de su interior. Localiza las lesiones de una manera

muy precisa y permite obtener biopsias para su análisis al microscopio. De esta forma se obtiene un diagnóstico exacto que facilita un tratamiento correcto de la enfermedad. Actualmente es la técnica



de elección ante la sospecha de neoplasias colónicas (8). Se solicita a aquellos pacientes con alteraciones analíticas, signos y/o síntomas de sospecha de cáncer colorrectal:

- Hemorragia digestiva baja*.
- Anemia ferropénica**.
- Alteración hábito intestinal de más de seis semanas de evolución***.
- Masa palpable en recto o fosa iliaca derecha.
- Test de cribado positivo.
- Hallazgo de CCR por técnica diagnóstica.

(* En menores de 40 años sin datos de patología anal benigna).

(** En mujeres fértiles: de causa no ginecológica y sangre culta en heces (SOH) positiva).

(*** En personas menores de 40 años acompañado de anemia o hemorragia digestiva baja)

También como técnica de cribado para aquellos casos en que se quieren descartar tumores de colon en personas en riesgo mayor de padecerlos como los individuos con antecedentes familiares de cáncer colorrectal o adenoma colorrectal avanzado, individuos pertenecientes a familias con síndromes de poliposis colorrectal o cáncer colorrectal hereditario no polipósico, los cuales son tributarios de un cribado específico. El protocolo seguido según la guía establecida del proceso asistencial integrado cáncer colorrectal de la Consejería de Salud de la Junta de Andalucía (8) es el siguiente:

- Los individuos con 2 o más familiares de primer grado (padres, hermanos e hijos) con una neoplasia colorrectal son tributarios de cribado cada 5 años a partir de los 40 años de edad (o 10 años antes de la edad de diagnóstico del familiar afecto más joven, lo primero que ocurra).

- Cuando hay únicamente un familiar de primer grado afecto de neoplasia colorrectal, el riesgo está condicionado por la edad en el momento del diagnóstico. El cribado debe realizarse a partir de los 40 años. Si la edad de diagnóstico del familiar fue antes de los 60 años de edad debe realizarse cada 5 años y si igual o superior a 60 años el cribado se realizará cada 10 años.

- Cuando los antecedentes de neoplasia colorrectal se hallan limitados a familiares de segundo grado (abuelos, tíos y sobrinos), el cribado recomendado dependerá exclusivamente del número de familiares afectados. En los individuos con 2 o más familiares afectados, el cribado se iniciará a los 40 años de edad, repitiéndolo cada 10 años. Si sólo existe un familiar en segundo grado afecto se seguirán las recomendaciones existentes en la comunidad para la población de su edad.

- Si los familiares son en tercer grado (bisabuelos y primos) se seguirán las recomendaciones existentes en la comunidad para la población de su edad.

La exploración exige que el enfermo esté en ayunas. Debido a que el colon se encuentra normalmente lleno de heces, es imprescindible limpiarlo antes de la colonoscopia, ya que, de otra manera, no se conseguiría una visión correcta y no se podrían identificar ni tratar las posibles lesiones. Para ello el paciente debe tomar laxantes las horas previas a la exploración para eliminar las heces. En algunos casos determinados se indicará el empleo de enemas.

Debido a la posibilidad de tener que realizar maniobras terapéuticas durante la exploración, es conveniente que el paciente suspenda unos días antes cualquier medicación que esté tomando que pueda alterar la coagulación de la sangre, como los anticoagulantes, antiagregantes plaquetarios o antiinflamatorios. También deberá advertir al médico si padece alguna enfermedad que afecte a la coagulación de la sangre pudiendo ser necesario solicitar un estudio analítico previo que incluya pruebas de coagulación.

En muchos casos la colonoscopia es una exploración bien tolerada, pero puede resultar dolorosa. En ese caso es posible realizarla bajo sedación-analgesia. No suele ser necesaria la anestesia general.

Sus principales desventajas son la necesidad de sedación, la necesidad de preparación con laxantes, la posibilidad de que el exámen sea incompleto y sus complicaciones.

Hasta el 10% de las colonoscopias son incompletas debido a diversas causas como estenosis tumorales, inflamatorias, adherencias o intolerancia. En estos pacientes se debe completar el estudio mediante otros métodos (10). Así mismo cuando se detecta un carcinoma o adenoma es recomendable efectuar una exploración completa del colon mediante colonoscopia debido al alto porcentaje de lesiones sincrónicas (4-5%) (10).

Los riesgos en el caso de una colonoscopia diagnóstica son mínimos, siendo algo mayores en el de una colonoscopia terapéutica aunque sólo son graves en menos del 0,5% de los casos y la mayor parte de las veces se resuelven durante la propia exploración siendo el riesgo es mayor en personas de edad avanzada y con enfermedades crónicas de base. Constituyen contraindicaciones para la práctica de una colonoscopia entre otros, la insuficiencia respiratoria o cardíaca grave descompensada, el infarto de miocardio reciente, la perforación intestinal y las alteraciones graves no controladas de la coagulación de la sangre.

1.6 Fundamentos físicos de la Tomografía Computarizada

Para Aschoff et al. (11), la Colonografía por Tomografía Computarizada (Colonografía-TC) se ha beneficiado enormemente de los desarrollos tecnológicos de la Tomografía Computarizada (TC) y los nuevos métodos de procesamiento de la imagen en 3D. La introducción de la TC helicoidal al comienzo de la década de los noventa culminó con los equipos de TC multicorte (TCMC), que permiten realizar barridos de volúmenes mayores obteniendo cortes finos en menor tiempo. La posibilidad de realizar un estudio de TC de abdomen completo en una sola apnea, sin obtener artefactos de la respiración, es una de las ventajas particularmente beneficiosas para la realización de la Colonografía-TC.

1.6.1. Principios básicos de la Tomografía Computarizada

La tomografía computarizada (TC) también es conocida como tomografía axial computarizada (TAC) es un tipo de procedimiento radiológico que implica la medición indirecta del debilitamiento, o atenuación, de los rayos X en numerosos puntos o posiciones localizadas alrededor del eje explorado. El significado proveniente del griego, establece:

Tomografía: Tomos=corte

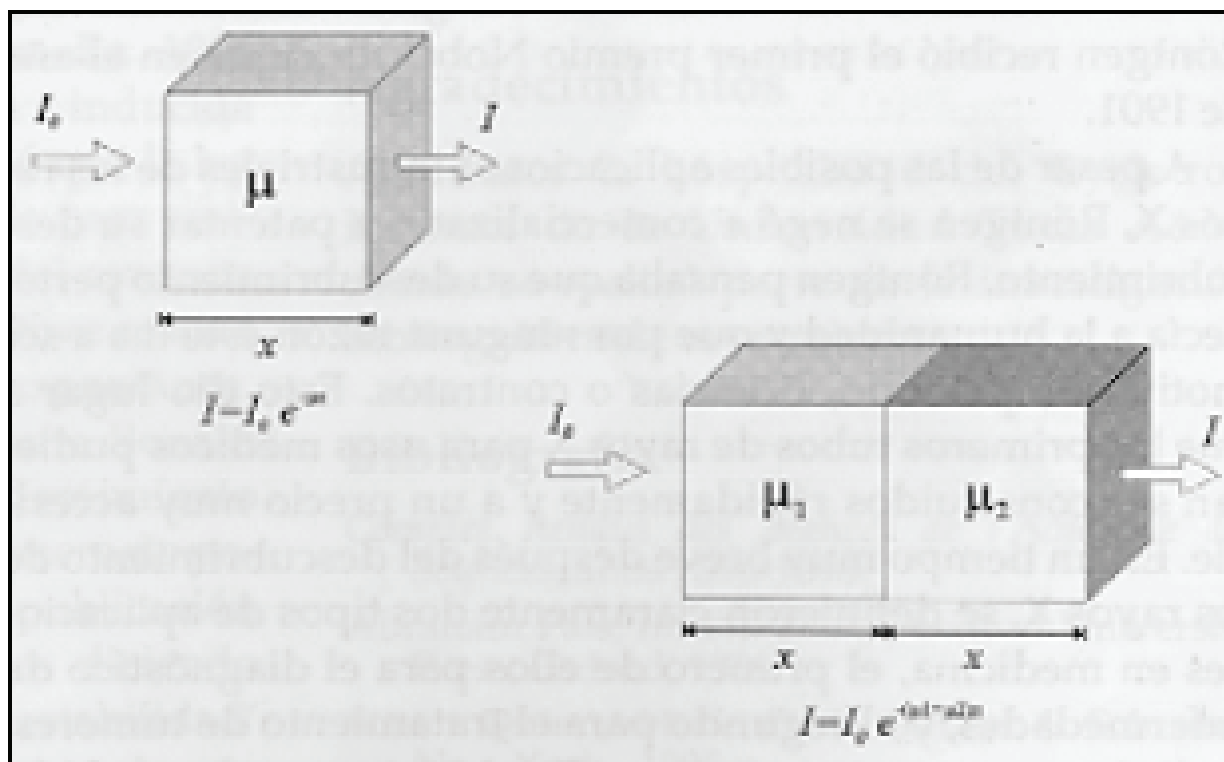
Grafía=Escritura, imagen, gráfico

Axial: Relativo al eje. Podría referirse al eje corporal humano, pero también al eje de rotación del aparato, o al punto central donde coincide el rayo central durante la exposición, que a su vez coincide con el centro de la zona de estudio.

Computarizada: Mediante sistemas informáticos

Toda la información se deduce a partir de saber lo que sale del tubo de rayos X, lo que llega al detector y la situación del tubo de rayos X y el detector para cada posición. Los algoritmos matemáticos para la reconstrucción de imágenes tomográficas fueron desarrollados por el físico alemán J. Radon en 1917. Sin embargo, su aplicación en medicina no pudo ser posible sino hasta principios de los años 70, cuando el primer dispositivo de TAC fue puesto en operación clínica por el científico británico Dr. Godfrey Hounsfield en 1.972, quien advirtió que los rayos X que pasaban a través del cuerpo humano contenían información de todos los constituyentes del mismo en el camino del haz de radiación.

Su teoría se hallaba fundamentada en el coeficiente de atenuación que experimenta el haz al atravesar la materia:



Un haz de rayos X monoenergético con una intensidad inicial I_0 , que atraviesa un material de espesor X , obtiene una disminución en la intensidad del haz de salida reducido por un factor $e^{-\mu X}$, en donde μ es el coeficiente de atenuación lineal, que se define como una propiedad intrínseca del material irradiado.

- Obtención de las imágenes:

Para la comprensión sobre la adquisición de las imágenes se debe primeramente conocer los componentes básicos de un equipo de tomografía:

Comprende de un dispositivo denominado “gantry” donde se instalan enfrentados entre sí el tubo de rayos X y los detectores, los cuales constituyen elementos electrónicos que permiten la toma de los datos, además de un generador de rayos X y de un equipo informático que sintetiza las imágenes y se encuentra conectado con las diferentes consolas, tanto de manejo como de diagnóstico.



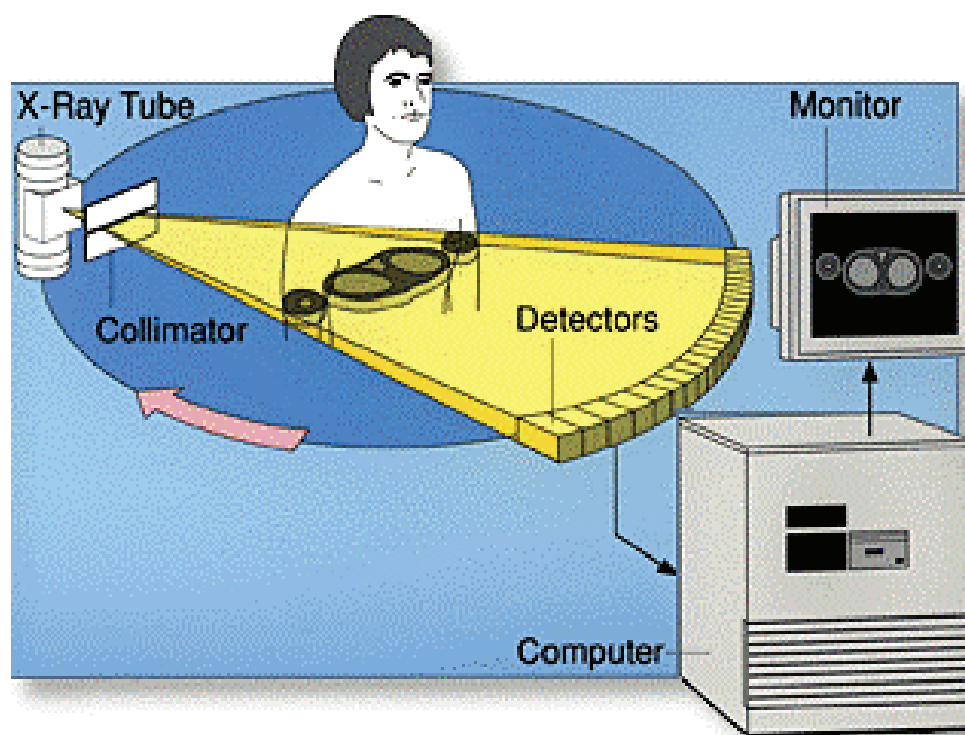
La carcasa del gantry abierta permite observar el aro o anillo del rotor, al que están fijados los detectores (derecha de la imagen) y el tubo de rayos X (izquierda), los cuales sincrónicamente rotan alrededor del paciente.

Estos componentes en su conjunto, permiten producir un mapa bidimensional de los coeficientes de atenuación lineal de un cuerpo tridimensional, a partir de un número muy grande de medidas de transmisión, denominadas proyecciones.

Estas proyecciones son obtenidas a través de los detectores y el tubo de rayos que experimentan un movimiento circular alrededor del paciente mientras se produce la emisión de radiación en forma de abanico.

El sistema de adquisición de datos recibe la señal eléctrica que le envían los detectores obteniendo información sobre la posición y absorción de radiación de cada punto, medido desde distintos sectores de la circunferencia.

Cada vez que el tubo de radiación junto con el detector giran 360° y los rayos atraviesan el cuerpo del paciente, se obtiene la imagen de una delgada sección.



En la fase de reconstrucción, y por medio de los datos obtenidos, el equipo informático del aparato asigna a cada punto una posición en la imagen y una densidad, medida en unidades Hounsfield (UH).

Esos valores numéricos están relacionados con los coeficientes de atenuación que a su vez dependen de los coeficientes de atenuación lineales locales del objeto y se corresponden con un valor específico de cada sustancia o materia.

Finalmente, la imagen es presentada en pantalla y, al estar conformada por datos digitalizados que se hallan almacenados en la memoria informática del aparato, puede ser modificada y post-procesada por el radiólogo para obtener la mejor calidad diagnóstica.

- Píxel y vóxel

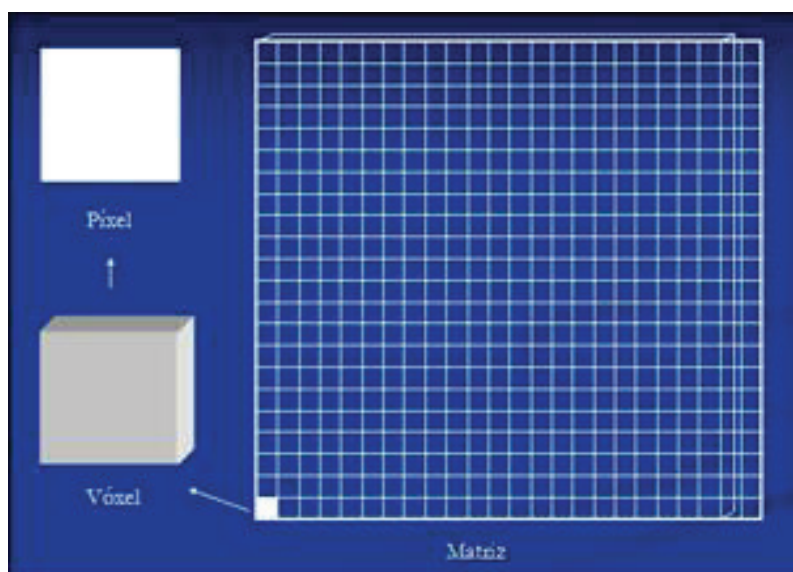
Una imagen de TC es la expresión bidimensional de los valores de atenuación de una región anatómica cuantificados en una escala de grises. Cada corte tomográfico está compuesto por un número determinado de elementos volumétricos con una absorción característica. Cada uno de dichos elementos se representa en el monitor como una imagen bidimensional a lo que se denomina **píxel**, el cual representa el brillo de una imagen original sobre un área de dos dimensiones.

Con la adición de la coordenada de profundidad, establecida por el espesor de corte, los píxels con coordenadas (x, y, z) representan el brillo de un volumen tridimensional a lo que se lo denomina **vóxel**.

-Matriz de reconstrucción

Es el conjunto de píxeles usados en la reconstrucción de la imagen ordenados en filas y columnas. La mayoría de los sistemas de imagen digital de RX ofrecen tamaños de matrices de 512 x 512 o bien de 1.024 x 1.024.

A mayor tamaño mayor es la resolución espacial.



- Ventanas

Una gran ventaja que ofrece la tomografía para la visualización de la imagen en pantalla, es la posibilidad de seleccionar un pequeño rango de números CT en la matriz de la imagen, para ser representados dentro de los 256 tonos de grises.

$$CT = (\mu_{\text{material}} - \mu_{\text{agua}} / \mu_{\text{agua}}) \times 1000 \text{ HU}$$

Esta función, denominada **ventaneo**, permite diferenciar con gran claridad estructuras que

poseen variaciones sutiles, ya que al asignar toda la escala de grises a un estrecho rango de números CT, se logra un gran contraste pudiendo discernir entre diferentes estructuras.

El **centro y amplitud de ventana** permite determinar la gama de densidades o contraste de la imagen donde los valores Hounsfield referidos a los tejidos del cuerpo humano, van desde el -1000 (negro) hasta el +1000 (blanco) pasando por el 0, que corresponde a la densidad del agua tomada como valor de referencia. Esto permite adoptar diferentes ventanas para evaluar una estructura en particular.

- Otros conceptos fundamentales

Grosor de corte

Determina el volumen del vóxel o, lo que es lo mismo, la anchura del corte. Se mide en mm.

Intervalo

Determina la distancia entre un corte y otro, el cual se halla relacionado directamente con el movimiento de la mesa.

Para la realización del estudio y dependiendo del mismo, se puede designar un intervalo amplio, dejando de esta manera extensas zonas sin estudiar, o se pueden realizar cortes solapados o continuos, siendo en este caso el espesor mayor que el intervalo, lo cual daría como resultado un estudio con imágenes solapadas de un corte sobre otro, obteniendo posteriormente una buena calidad en la reconstrucción 3D.

La parte negativa es que estaríamos irradiando algunas zonas por duplicado.

Campo de visión (FOV = Field of view)

Determina el diámetro del corte y depende de la zona de estudio. Cuanto más amplio sea el FOV más pequeña se verá la imagen en la pantalla, que al ampliarla perderá resolución.

Kv y mA

Corresponden a las características del disparo, como cualquier aparato convencional, con la salvedad de que prácticamente el aparato ya tiene establecidas dichas características de forma protocolizada para cada tipo de exploración, aunque se pueden variar manualmente.

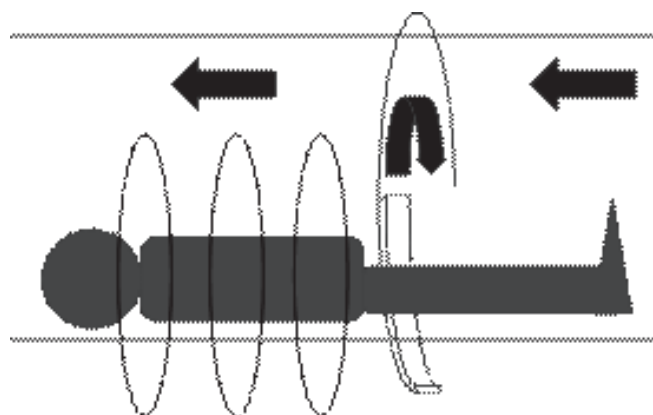
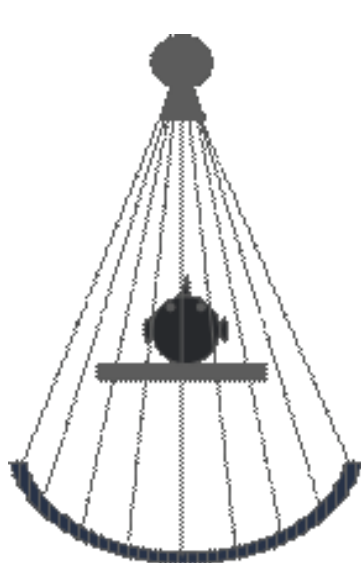
Tiempo

El tiempo del disparo corresponde al tiempo de barrido. Entre disparo y disparo existe un tiempo de espera que corresponde al tiempo de enfriamiento del tubo que está relacionado con la capacidad de enfriamiento del mismo y con la técnica utilizada.

1.6.2 Principios básicos de la TC helicoidal multicorte

- Tomografía Computarizada

Como describe J. Alarcón (5), la Tomografía Computarizada (TC) es una técnica tomográfica digital que utiliza rayos X. En los equipos de TC, el tubo emisor emite un haz de rayos colimado, con una determinada anchura, que gira alrededor del eje longitudinal del paciente. En el lado opuesto, y girando sincrónicamente con el tubo, se sitúa un arco de detectores que miden la atenuación de rayos X. Durante el giro se efectúan múltiples medidas de la transmisión de los rayos X (vistas o perfiles). El corte obtenido se reconstruye sobre una matriz. El tono de gris de cada píxel representa el grado de atenuación de ese punto en el corte. En un principio, los cortes obtenidos eran únicamente axiales.



- Tomógrafos Helicoidales

Desde los primeros equipos comercializados a finales de los años 70, han evolucionado con cierta rapidez diversas generaciones y equipos de TC. Básicamente se distinguen por el número y organización de los detectores, el haz de rayos X, y por el movimiento del tubo y los detectores. Los modernos equipos helicoidales se basan en la 3ª generación.

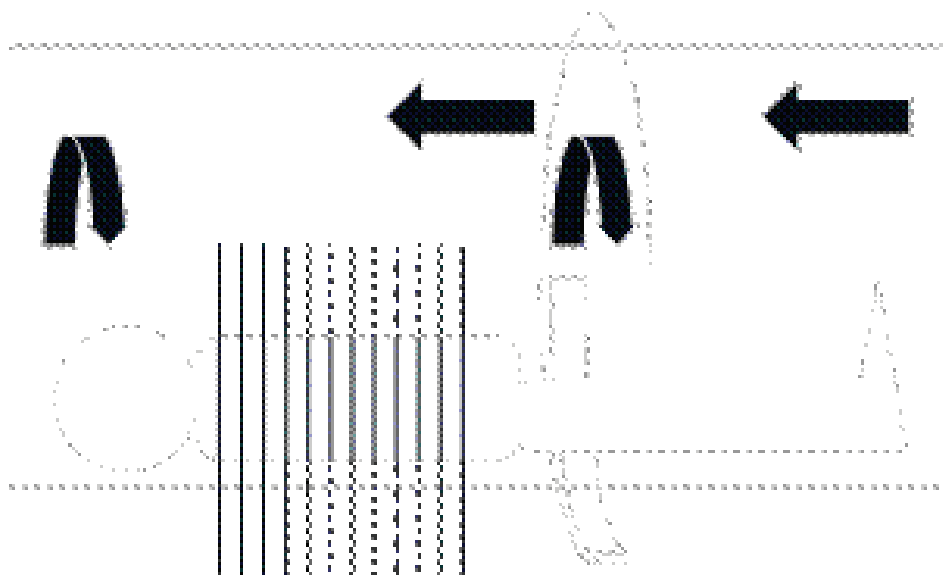
En la primera generación de tomógrafos, el tubo de rayos X emitía un haz en lapicero y, en el lado opuesto, sólo existía un único detector. En conjunto efectuaba un movimiento de traslación para barrer el corte de lado a lado del paciente. A continuación, efectuaba un pequeño giro y volvía a repetir otra traslación. Así hasta completar una rotación de 360°. Este tipo se denomina traslación-rotación. El tiempo de escán para cada corte oscilaba entre 135 y 300 segundos. Las aplicaciones de estos equipos, debido al largo tiempo de exploración, estaban limitadas a los estudios craneales.

En la tercera generación, en la cual se basan todos los equipos helicoidales actuales, el tubo emite un haz de rayos X en forma de abanico que cubre prácticamente a todo el paciente, es

decir todo el field of view (FOV o campo de medición), e incide sobre un arco o array de detectores. Este conjunto tubo-detectores gira sincrónicamente alrededor de un eje que, de manera ideal, debe coincidir con el eje longitudinal del paciente (eje Z).

- Comparación TC secuencial o convencional y TC helicoidal o espiral

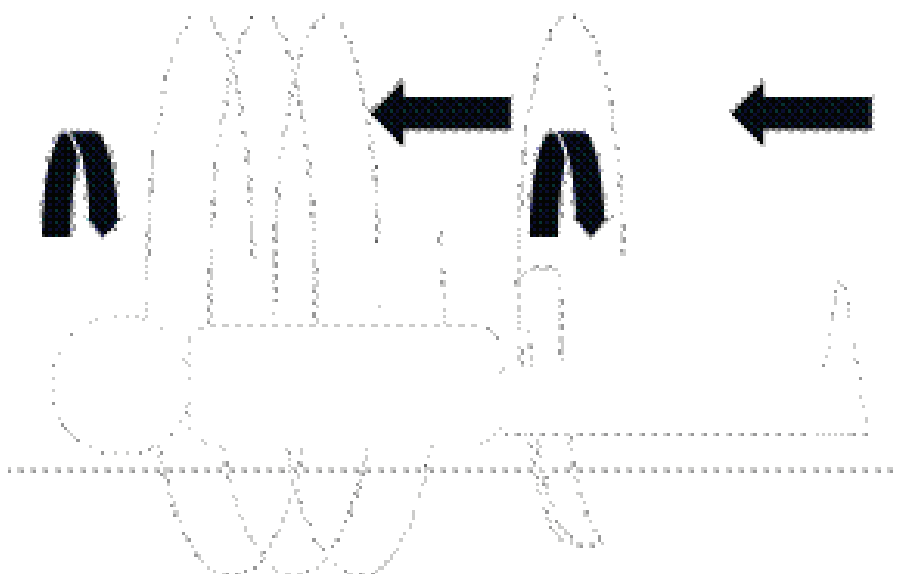
Los primeros tomógrafos de la tercera generación fueron los TC secuenciales, que efectuaban un giro completo (360°) alrededor del paciente con una posición concreta de la mesa. Así se adquirían múltiples proyecciones angulares alrededor del corte seleccionado. Para efectuar el siguiente corte, tras una breve pausa la mesa avanzaba y el proceso se repetía.



TC SECUENCIA

En los más modernos equipos de TC de tercera generación (TC helicoidales) el conjunto tubo-arco de detectores gira mientras avanza la mesa del paciente, lo que produce una adquisición en forma de hélice o helicoides. Tanto en el TC con detector de corona única como en el multidetector los la adquisición se produce de forma continua mientras se avanza la mesa a través del gantry, por lo que se adquiere un volumen y no cortes directamente. Los cortes axiales son reconstruidos secundariamente, por interpolación, a partir de la hélice adquirida. De esta manera, en lugar de obtener información sobre un plano, se adquieren datos sobre una espiral, y luego el equipo informático extrapola e intercala los datos que faltan entre las espiras.

El resultado final comprende una rápida adquisición de datos sobre un volumen continuo, lo que luego nos permitirá obtener imágenes axiales convencionales de diferentes espesores sin tener que irradiar nuevamente al paciente, o bien, realizar reconstrucciones tridimensionales o bidimensionales en planos diferentes del axial sin mermar la calidad, ya que no existirá ausencia de datos entre los cortes.



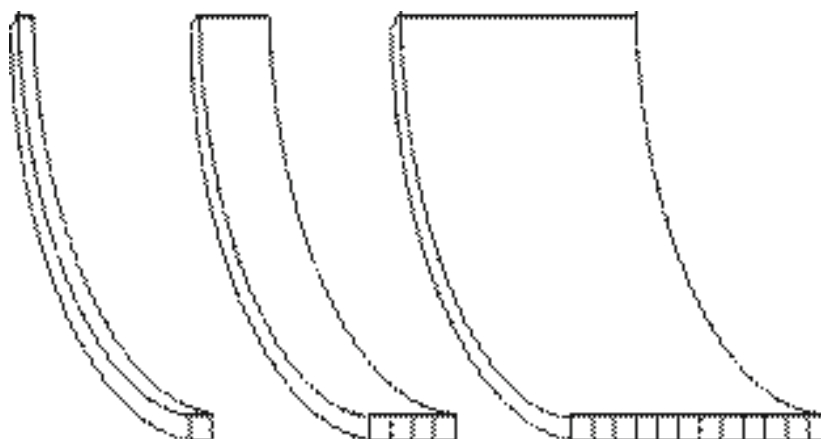
TC HELICOIDAL

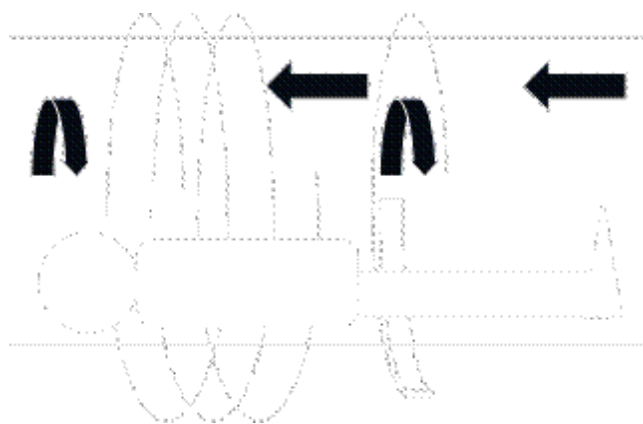
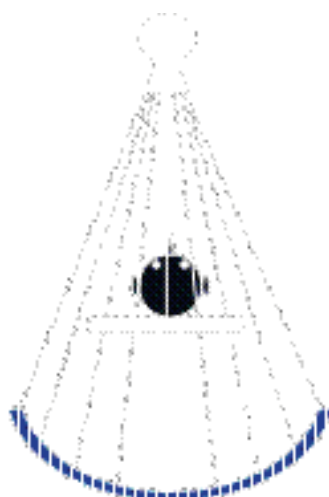
- Tomógrafos Helicoidales Multicorte

El TC helicoidal es una técnica en la que el tubo de rayos X gira de manera continua mientras se produce un desplazamiento longitudinal simultáneo de la mesa del paciente. El TC multicorte es un equipo de TC con varias bandejas de detectores, lo que permite la adquisición simultánea de más de un corte.

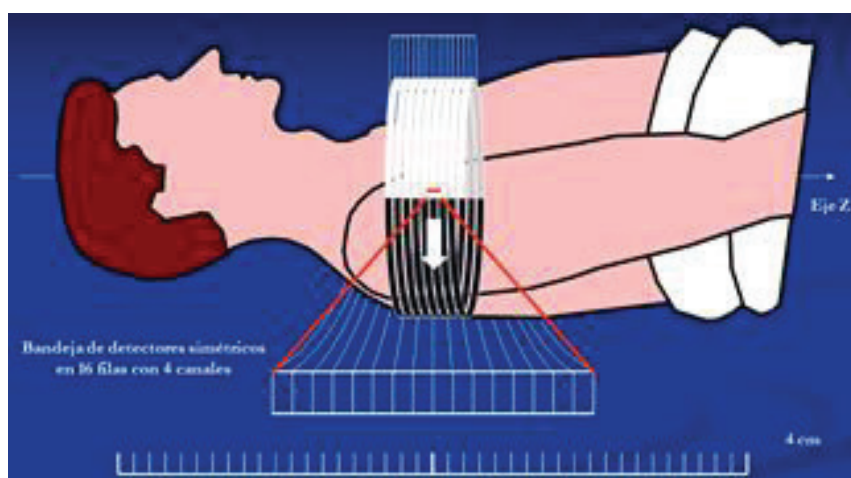
A principios de los 90 comenzó la utilización de los TC helicoidales y en 1991 los multicortes con el equipo de 2 cortes. En 1998 aparecieron los primeros equipos de 4 cortes. Desde entonces, la carrera por aumentar la capacidad multicorte se ha hecho imparable. Actualmente se está experimentando con equipos de incluso 1024 cortes simultáneos.

Los tomógrafos helicoidales multicorte (TCHMC) se basan en los TC de tercera generación, en los que existe un giro sincrónico de tubo y detectores, mientras que a la vez tiene lugar el avance de la mesa. Son tomógrafos helicoidales a los que se les ha añadido un arco de detectores (también denominado bandeja o array) que consta de dos o más filas. Cuantas más filas de detectores del arco aumenta la posibilidad de adquirir más cortes, aumentando al mismo tiempo la cobertura, es decir, aumenta el número de centímetros del paciente que se puede abarcar en cada giro del tubo (y por tanto el avance en cada giro).



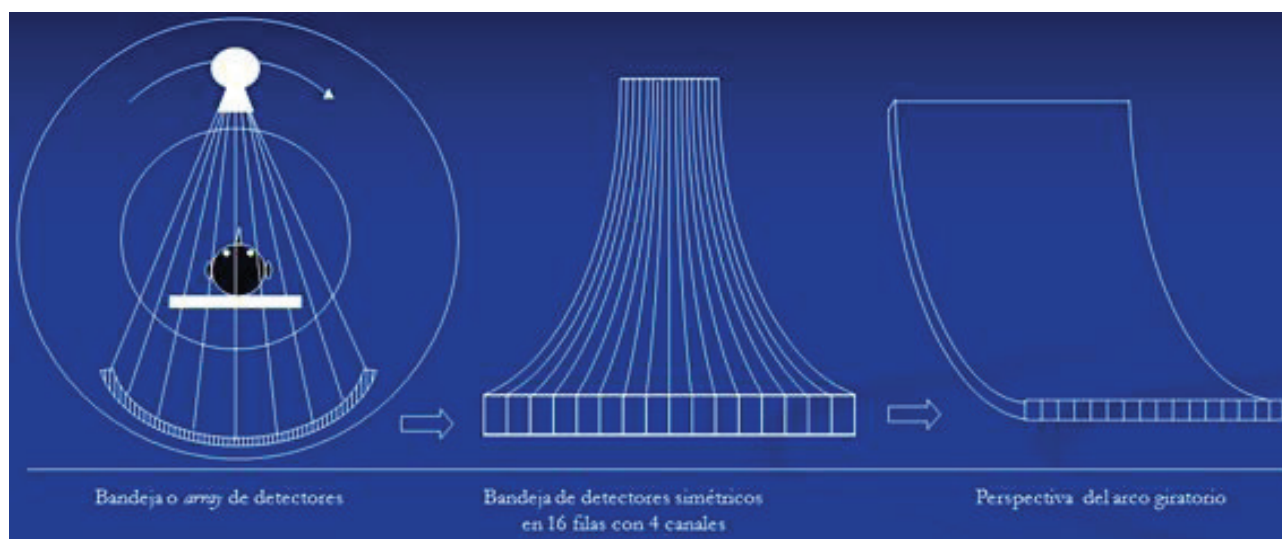


La característica fundamental del TCHMC que le diferencia de sus predecesores es la capacidad de adquirir más de un corte simultáneamente. Para que esa capacidad sea posible el sistema debe contar con más de una fila de elementos detectores. Es preferible utilizar la denominación “TC multicorte” en lugar de “TC multidetector” ya que el número de filas de detectores suele ser mayor que el número de cortes que el equipo puede adquirir simultáneamente. El número máximo de cortes posibles viene determinado por el número de canales (5).



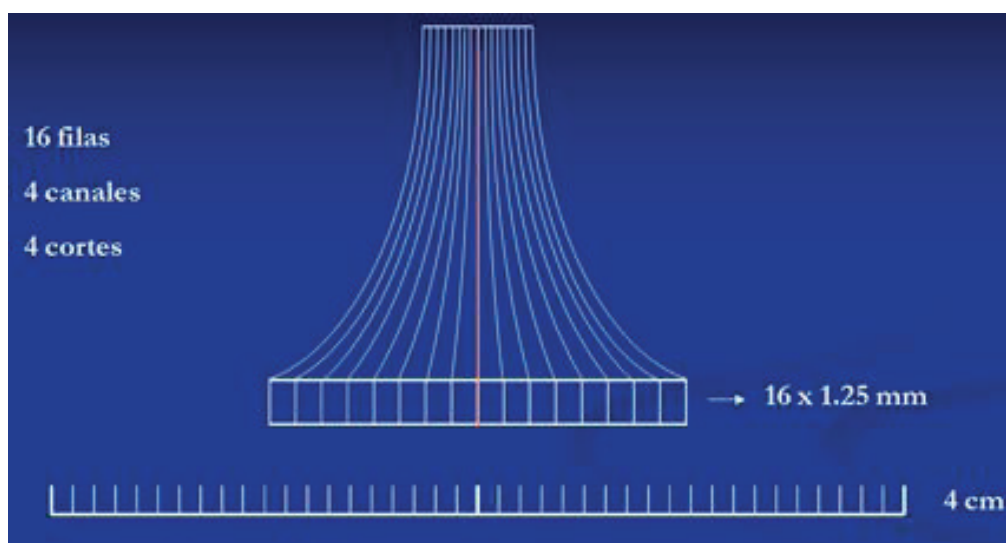
Las principales ventajas del TCHMC frente a los equipos monocorte se pueden resumir como sigue:

- Mejoría de la resolución espacial en el eje largo del paciente (eje Z)
- Mejoría de la resolución temporal (disminución significativa del tiempo empleado en adquirir los datos para formar una imagen en el estudio de una región anatómica determinada) y disminución del tiempo de exploración
- Mayor cobertura: posibilidad de estudiar un mayor volumen del paciente en cada giro del conjunto tubo-detectores
- Mayor eficiencia: mejor uso de la energía proporcionada por el tubo de rayos X y prolongación de la vida útil de este último



A la izquierda representamos un conjunto giratorio tubo de rayos X - arco de detectores visto desde la cabeza del paciente en el gantry. Las otras dos figuras muestran el arco de detectores desde distintas perspectivas.

Para recordar el diseño y el tipo de detectores e ilustrar la cobertura de un TCHMC en cada giro vamos a representar un arco con 16 filas de detectores, todos del mismo tamaño (arco de detectores simétricos). Debajo representamos una escala numérica de 4 cm, que utilizaremos en los ejemplos que describimos a continuación.



Se representa un arco de 16 filas de detectores todos del mismo tamaño (simétricos). Todos los detectores tienen similar longitud en el eje Z (1.25 mm). Por ello, el arco de 16 filas no puede cubrir más de 2 cm (16 x 1.25 mm) en el eje longitudinal del paciente en cada giro. El equipo representado tiene 4 canales; por tanto no es capaz de adquirir más de 4 cortes simultáneos.

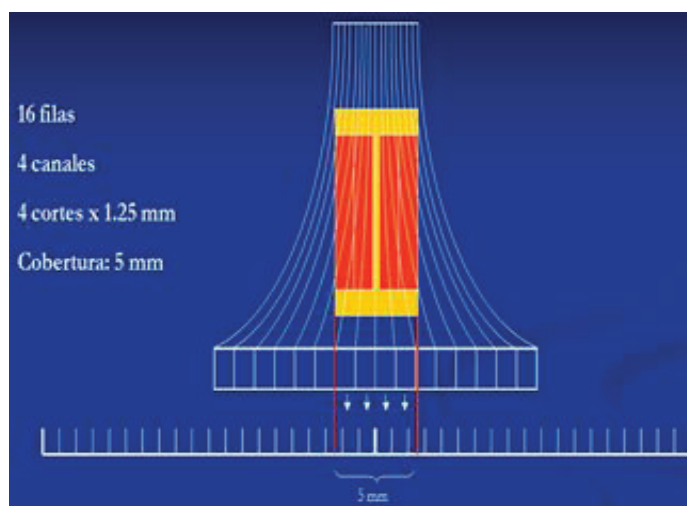
- TCH Multicorte

La técnica en espiral de un solo detector mejoró con la técnica de multidetector o multicorte, en la cual no hay un único anillo de detectores sino varios contiguos que permiten tomar simultáneamente diversos cortes, por tanto lo que define al equipo de TCHMC es el diseño de detectores.

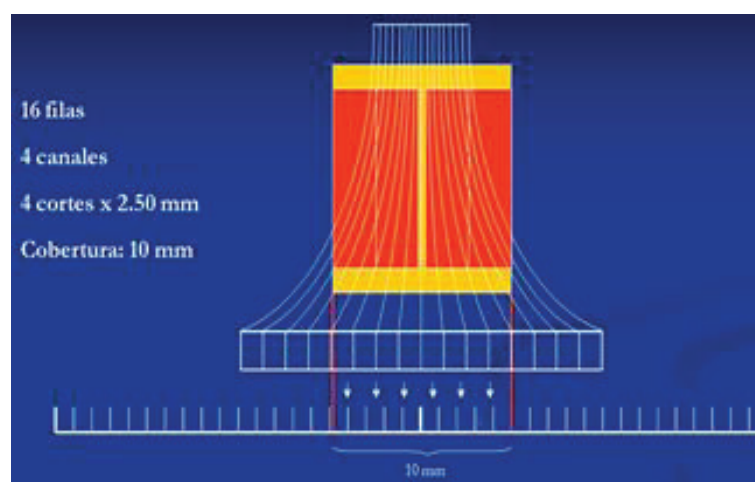
Uno de los primeros arcos de detectores que se comercializaron tenía 16 filas de detectores siendo todos del mismo tamaño (arco de detectores simétricos). La colimación del haz de RX

disminuye el número de detectores que cubre, y por tanto, en escala centimétrica, el número de milímetros que cubre por giro.

Si el haz de RX se hace más ancho (menor colimación), se cubren más detectores, llegando a cubrir el máximo de filas del arco de detectores con la máxima apertura del haz. Dependiendo del número de canales o coronas del equipo se combinarán las filas de detectores (de dos en dos, de tres en tres, de cuatro en cuatro,...), ya que si el equipo tuviese solamente por ejemplo 4 canales, no podríamos adquirir más de 4 cortes simultáneamente. Las filas de detectores se combinarán consiguiendo un número de cortes para una cobertura máxima.

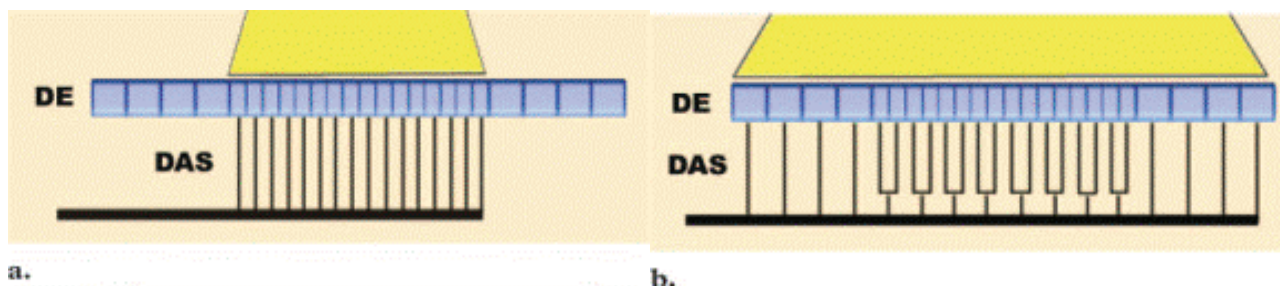


Arriba se representa el esquema anterior al que añadido la colimación del haz de rayos (en amarillo) y el número de detectores que cubre (entre ambas líneas rojas, 4 detectores). También se representa en rojo, de manera esquemática, el número de cortes (4) y su grosor (1.25 mm). En la escala centimétrica se indica la cobertura del paciente en el eje longitudinal (5 mm).



Abajo se observa como si se disminuye la colimación (aumenta la anchura del haz de rayos), podemos cubrir 8 detectores, por ejemplo, en lugar de 4. Como el equipo sólo tiene cuatro canales, se combinan las filas de detectores de dos en dos de tal manera que se obtienen 4 cortes de 2.5 mm cada uno. Así, conseguimos un aumento de la cobertura en el eje longitudinal (Z) del paciente, que alcanza los 10 cm pero los cortes serán de 2,5 mm de espesor.

Existen equipos de TC con un diseño asimétrico de los detectores para minimizar el “efecto sombra” causado por la incidencia no ortogonal del haz sobre los tabiques que separan los detectores más periféricos de la bandeja. Al igual que en los ejemplos anteriores es posible combinar las filas de detectores para variar el grosor de corte y la cobertura anatómica. Los cortes más finos se obtienen colimando mucho el haz y cubriendo sólo algunas filas de detectores. El número de cortes simultáneos posibles viene igualmente determinado por el número de canales. Con menores colimaciones obtendremos cortes más gruesos y una mayor cobertura anatómica en el eje Z, que no podrá exceder en ningún caso la longitud de la bandeja de detectores.



Imágenes obtenidas de Neal C. Dalrymple, Srinivasa R. Prasad, Michael W. Freckleton. Introduction to the Language of Three-dimensional Imaging with Multidetector CT. RadioGraphics 2005; 25:1409–1428

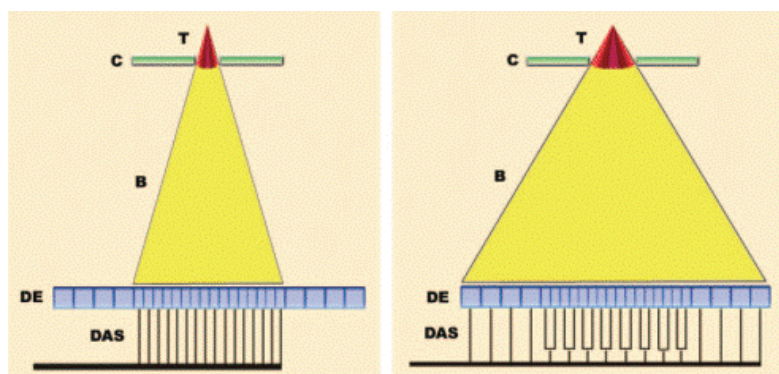
Por otra parte, hay que distinguir el número de filas de detectores del número de canales. En general el número de canales coincide con el número de cortes, pero no existe esa coincidencia entre el número de filas de detectores y el número de cortes (5). El número de cortes y su grosor se obtiene variando la colimación del haz de RX y conmutando los diversos canales. Esto nos lleva a la combinación de filas, con el resultado del número de cortes.

Colimación del haz y grosor de corte

El concepto de colimación de la sección describe el grosor preseleccionado para las secciones que se adquieren. El operador puede limitar la corriente de rayos X en el eje z que se extiende a modo de abanico desde el tubo de rayos X utilizando el colimador: barrera metálica con una apertura regulable en el centro que se utiliza para reducir el tamaño del haz de rayos y así modificar el volumen de cobertura del paciente, puede dejar pasar un haz ancho que se recoge detrás del paciente con cámaras detectoras o estrecharlo para conseguir secciones más finas con una mayor resolución espacial en el eje z.

No sólo el tubo de rayos X dispone de diafragmas radiopacos, sino que también los detectores cuentan con colimadores situados “detrás” del paciente, definiendo el mínimo grosor de corte que puede ser reconstruido desde los datos adquiridos determinando como se combina cada detector para la adquisición de datos.

Utilizar grosores finos de corte de rutina mediante la colimación puede incrementar la dosis de radiación recibida por el paciente (5), por lo que existen protocolos de colimación diseñados.



Se ilustra un TC de 16 canales. Los detectores centrales tienen 0.6 mm y los periféricos 1,25 mm. A. Una estrecha colimación en el tubo emisor del haz de rayos X se coordina con la adquisición de datos (DAS) para permitir usar los detectores centrales resultando 16 cortes de 0.6 mm de espesor cada uno. b. Una colimación del haz más ancha permite usar los detectores centrales y además los periféricos, resultando un grosor de 1,2 mm cada uno, por lo que no permitiría reconstrucciones menores de 1,2 mm. Imágenes de Neal C. Dalrymple, Srinivasa R. Introduction to the Language of Three-dimensional Imaging with Multidetector CT. RadioGraphics 2005; 25:1409–1428

Pitch (paso de rosca o factor de paso, *pitch de haz*)

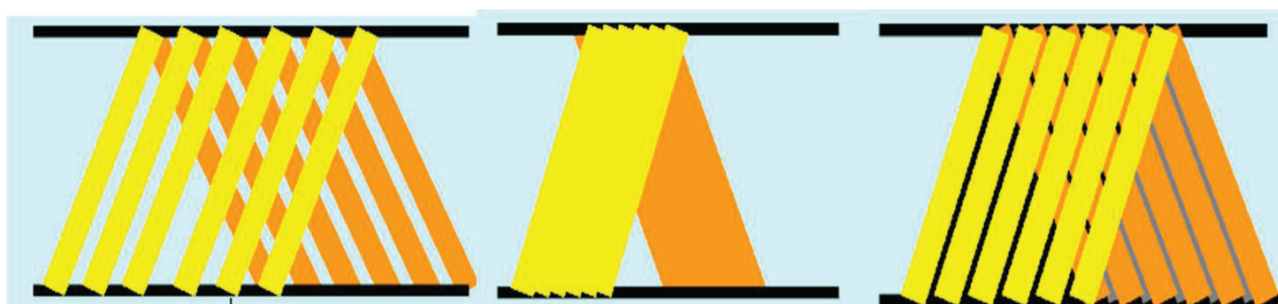
Es la relación entre el avance de la mesa en el eje longitudinal por cada rotación del conjunto tubo-detectores y la anchura del haz de rayos. Esta definición es válida tanto para los antiguos equipos monocorte como para los TCHMC. En los equipos de TC monocorte, capaces de realizar un solo corte por cada giro, la anchura del haz de rayos (colimación del haz) coincide con el grosor de corte

$$\text{PITCH} = \frac{\text{Velocidad de avance de la mesa (mm/seg)} \times \text{giro (seg.)}}{\text{Grosor de corte (mm)}}$$

El **pitch** es aquel que permite establecer la separación de las espiras, de manera tal que cuanto mayor sea su valor, más distanciadas se hallaran, mayor sería su cobertura, menor la radiación del paciente, pero menor sería la calidad de las imágenes obtenidas.

Para una buena resolución, su valor ideal es 1, mientras que valores inferiores a este manteniendo constante el resto de parámetros implica solapamiento de la hélice, obteniéndose una mejor relación señal-ruido a costa de un aumento de la dosis de radiación del paciente reducen la calidad en la imagen.

Si el avance de la mesa se coordina con el tiempo requerido por cada rotación de 360° (factor pitch) la adquisición de datos será completa e ininterrumpida.



De izquierda a derecha: pitch de 1, pitch mayor de 1, pitch menor de 1.

1.7 Colonografía TC (CTC) o Colonoscopia Virtual

La colonografía por tomografía computerizada (colonografía-TC) o colonoscopia virtual fue descrita hace más de una década por David Vining e iniciada en 1994. La terminología preferiblemente usada para este método de imagen debería ser, según Johnson y colaboradores, colonografía por tomografía computerizada (CTC). Desde su inicio el esquema básico de adquisición de imágenes tras distender el colon, en combinación con el postprocesado de imágenes bidimensionales (2D) y tridimensionales (3D) no ha variado, sin embargo sí que ha experimentado una rápida evolución técnica pareja al desarrollo de los equipos de TC.

1.7.1 La Colonografía-TC y los pólipos

La lesión diana de la CTC no es cualquier tipo de pólipo sino el adenoma avanzado, es decir, aquel que tiene un mayor riesgo de progresar hacia cáncer en la secuencia adenoma-carcinoma tal y como describen autores como Pickhardt (13).

El 35-50% de la población mayor de 50 años tiene riesgo de tener por lo menos un pólipo pero según los últimos estudios como los de Winawer y Zauber (12), la prevalencia del adenoma avanzado es mucho menor, siendo sólo del 3,3 al 6,9%.

Se han realizado numerosos estudios que han constatado la capacidad de la CTC para detectar este tipo de lesiones (14-15). Las diferencias en los resultados fueron debidas fundamentalmente a los diferentes equipos utilizados, diferencia en la población estudiada, en la preparación de los pacientes y experiencia de los radiólogos que interpretan la exploración. Sin embargo, en todos ellos se ha constatado que la sensibilidad de la CTC en la detección de pólipos depende del tamaño de las lesiones, como además recientemente han publicado Pickhardt y Johnson (21,22). Así la CTC tiene resultados comparables a la colonoscopia óptica para la detección de lesiones de 1 cm o más (siendo cercana al 100%) y alta para la detección de pólipos intermedios de 6-9mm (47-82%), con una baja sensibilidad para la detección de las lesiones menores de 6 mm (14-22).

Dado que la sensibilidad de la CTC depende del tamaño de la lesión, en uno de los trabajos publicados por el grupo de Pickhardt (23), se revisaron la totalidad de adenomas avanzados detectados en una población de cribado, concluyendo que el 90-95% de las lesiones con características histológicas de adenoma avanzado eran de tamaño igual o superior a 1 cm. Por el contrario, entre los adenomas de 6-9mm, los adenomas avanzados fueron sólo el 4%. Por tanto, existe una clara relación entre tamaño de la lesión y el riesgo de degeneración.

Los radiólogos dedicados a CTC consideran que con dicha técnica se están detectando la inmensa mayoría de los adenomas avanzados y en definitiva las lesiones que consideramos clínicamente significativas (21,22). Dadas estas consideraciones, se ha llegado al consenso de no leer en CTC las lesiones de tamaño igual o inferior a 5mm, según criterio de coste-beneficio, tal y como lo mencionan los grupos de Taylor (24) y McFarland (25). Su lectura en CTC es una fuente de falsos positivos y consecuentemente de colonoscopias ópticas innecesarias junto con sus potenciales complicaciones, siendo el riesgo mínimo de que una lesión diminuta progrese a cáncer.

Aunque la mayoría de gastroenterólogos comparte la opinión de que casi la totalidad de pólipos aislados diminutos no requerirían polipectomía inmediata, otros disienten, siendo una de las fuentes de polémica en CTC como indica Rex DK (26).

1.7.2 Principios Básicos de la Colonografía TC

La colonografía TC o colonoscopia Virtual es un procedimiento mínimamente invasivo que utilizando la tecnología del TCHMC permite visualizar la interfase aire-mucosa después de proceder a la insuflación de aire en un colon debidamente preparado.

Es necesario disponer de un equipo de TC helicoidal multicorte, preferiblemente de 16 o más cortes, que obtenga cortes finos (1-2 mm/vóxel casi isotrópico), con respiración mantenida para minimizar los artefactos por movimiento del paciente o movimientos peristálticos del intestino.

El equipo debe tener un software especial que consta de un programa de colonoscopia virtual (Volume rendering de perspectiva o inmersivo) que permita aislar automáticamente el colon distendido por aire, trazando una línea central y creando una imagen intraluminal virtual, similar a la de la colonoscopia convencional.

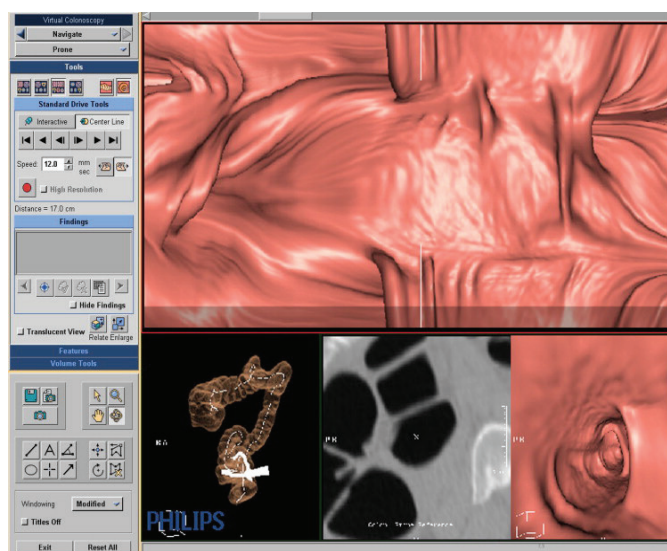


Hoy día se puede afirmar según los numerosos estudios publicados que la TC colonoscopia tiene una sensibilidad, al menos, similar a la colonoscopia óptica para la detección de lesiones de mayores de 8-10 mm (90-95%). Además presenta otras ventajas como son que no necesita sedación, no necesita preparación con laxantes, presenta un bajo índice de complicaciones (0,05%) y permite descubrir patología extracolónica (5).

Los inconvenientes que presenta son el uso de radiaciones ionizantes, la no visualización directa de la mucosa y que presenta una baja sensibilidad para la detección de lesiones pequeñas.

La posibilidad de perforación es muy baja comparada con la colonoscopia convencional, pero puede producirse.

Iremos desarrollando punto por punto los pasos requeridos para su realización.



1.7.3 Preparación del paciente:

Una buena limpieza del colon y una distensión adecuada resultan esenciales para conseguir un estudio de alta calidad destinado a detectar pólipos y cánceres. Para Yee, (27) un colon mal preparado puede ser la causa de resultados falsos negativos y positivos. El protocolo de colonoscopia virtual habitual exige un estudio del paciente en decúbito supino y en prono, lo que permite reevaluar segmentos cólicos con una limpieza deficiente o una distensión subóptima en una posición y en la posición opuesta, con una distensión y limpieza potencialmente mejoradas.

La limpieza del colon persigue reducir al máximo la cantidad de restos fecales residuales que puedan crear problemas de diagnóstico con lesiones polipoideas. La preparación del intestino consta de dos estrategias:

- La primera es la restricción alimentaria con realización de una dieta especial consistente en consumo escaso o nulo de alimentos ricos en fibra e ingestión exclusiva de líquidos el día antes de la colonoscopia virtual.
- La segunda estrategia consiste en administrar un catártico que estimule la evacuación del contenido del colon.

1.7.3.1 Limpieza del colon: Dieta

La fibra dietética se excreta casi intacta desde el colon al ser resistente a la hidrólisis enzimática y a la degradación bacteriana. Una dieta baja en fibra reduce el contenido intestinal residual y permite una mejor diferenciación de las heces ya que son menos adherentes. Se han hecho varios estudios con diferentes resultados ya que algunos no presentaron diferencias significativas entre los pacientes que hicieron dieta baja en fibra y los que no, otros sin embargo como el de Liedembaum (29) demuestran que el uso de una dieta baja en fibra unos días antes de la realización de la colonoscopia virtual junto a una dieta líquida el día anterior hace que disminuya la cantidad de residuos fecales por lo que la calidad de imagen mejora, así como una mejora de la del marcado de las heces residuales, al ser más homogéneo sin que la realización de esta preparación suponga un problema para el paciente. Es por ello que se prefiere la dieta baja en fibra los días previos a la realización de la prueba.

1.7.3.2 Limpieza del colon: Laxantes

Los de elección son los catárticos salinos como Fosfato Sódico o Citrato de Magnesio, compuestos por iones inorgánicos osmóticamente activos que no se reabsorben y permanecen en la luz intestinal (28). Estos productos hacen que entre más líquido en la luz intestinal del que se reabsorbe y además estimulan el peristaltismo.

Muchos gastroenterólogos prefieren la solución de lavado con electrolitos y polietilenglicol (PEG). Aunque el PEG es un producto eficaz para limpiar el intestino, no resulta ideal para la colonoscopia virtual ya que con frecuencia provoca retención excesiva de líquido en el colon y se considera una “preparación húmeda”. El exceso de líquido en el colon limita la capacidad diagnóstica

de la colonoscopia virtual (28), pero no es una limitación de la colonoscopia óptica ya que el líquido puede retirarse en el momento de la intervención. Varios estudios como los de Frommer (30), Marshall (31) o Afridi (32) han revelado que el Fosfato Sódico resulta más aceptable para los pacientes que el PEG con grados equivalentes de limpieza del colon para técnicas endoscópicas.

Por tanto las técnicas de preparación para una CV se basan en una limpieza rigurosa del intestino, lo que sigue siendo una limitación importante de estos estudios debido a problemas de cumplimiento de los pacientes, especialmente de los ancianos y enfermos. El cumplimiento deficiente del régimen laxante incrementa la cantidad de material retenido en el colon, lo que genera un número considerable de resultados falsos positivos y negativos. Estas limitaciones han llevado a investigar la posibilidad de una colonoscopia virtual mediante el uso de una “preparación mínima” (28) con ayuda de un método de marcación de heces que describiremos a continuación.

1.7.3.3 Marcaje de heces y líquidos

Con este método se marcan las heces y el líquido que persisten en el colon antes de la colonoscopia virtual, se han realizado numerosos estudios con excelentes resultados como los de Callstrom (33), Lefere (34), Zallis (35) y Pickhardt (21). En todos ellos el marcado de heces y líquido se realiza mediante la administración oral de bario o solución yodada en las comidas, habitualmente durante 24 a 48 horas antes del estudio de imagen. Esta ingestión permite incorporar material de contraste positivo al contenido cólico. Las heces y el líquido residuales marcados de alta atenuación son más fáciles de diferenciar de la densidad homogénea de tejidos blandos de tejidos blandos y de los pólipos.

- Sustracción electrónica de material de alta densidad

Una vez marcados el líquido y las heces residuales con contraste positivo también puede realizarse una posterior sustracción digital (sustracción electrónica del material de alta densidad), consiguiendo resultados similares a los de la preparación clásica con laxantes como revelan varios estudios como los de Callstrom (33), Lefere (34) y Zallis (35). Cuando hay una cantidad importante de material fecal y líquido residual y no se dispone de sustracción electrónica, la valoración de la superficie del colon mediante una evaluación 3D primaria será difícil o imposible de realizar. Fundamentalmente hay tres tipos de preparación intestinal con el programa de sustracción electrónica:

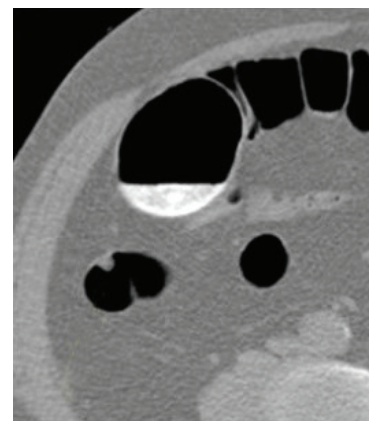
- Preparación mediante catárticos
- Preparación mediante catárticos en dosis reducidas
- Preparación sin catárticos

En el primero existen molestias para el paciente y varios estudios han detectado problemas como fallos renales, alteraciones hidroelectrolíticas, fallo cardíaco, ascitis o ileo (28). Esto obligó a los investigadores a buscar otras alternativas como la dosis reducida de catárticos o el no uso de ellos sin disminuir la sensibilidad y especificidad de la técnica. En algunos estudios como los de Callstrom (33), Iannacone (37) y Lefere (38) se ha comprobado que el marcado de heces y líquido sin uso de catárticos es viable. Estos estudios valoraron la sensibilidad de la Colonografía-TC con marcaje de las heces pero sin preparación del colon mediante catárticos. El paciente, únicamente,

ingere una dieta sin residuos y el contraste en los días previos a la exploración. Los resultados de todos estos estudios son excelentes, con una sensibilidad entre el 80-100% para la detección de pólipos de 8-10mm.

Lefere et al. (38) evaluaron a 15 pacientes que se sometieron a una CV con una dieta baja en residuos comercializada. Se evaluaron cinco regímenes de marcado diferentes con una suspensión de bario, el protocolo más elaborado comenzó 48 h antes del estudio y el más sencillo consistió en la ingestión de 50 ml de volumen total de una suspensión de bario al 40% el día de antes de la CV, los investigadores no apreciaron diferencias significativas en la eficacia del marcado entre los diferentes regímenes de bario. Concluimos ante esto que el uso de Colonografía-TC con la aplicación de la sustracción electrónica de heces y líquido marcados y sin necesidad del uso de catárticos reduce o incluso elimina las molestias asociadas a la preparación intestinal con laxantes.

El marcado positivo del material residual y la sustracción electrónica del material marcado son posibles estrategias para reducir, y posiblemente eliminar, la necesidad de purgantes, lo que podría aumentar aún más la aceptación de la CV por los pacientes en comparación con otras técnicas como describe Landeras (28).



1.7.4 Distensión del colon:

Obtener una distensión colónica óptima es un requisito necesario para obtener una CTC que permita detectar lesiones, la distensión subóptima puede ser causa también de ocultación de lesiones en las imágenes 2D y 3D. Como indica Yee (41), si un segmento del colon no se distiende adecuadamente o se mantiene colapsado durante el estudio, puede simular un carcinoma anular, sobre todo en las proyecciones 3D endoluminales, incluso que los pliegues se muestren de un grosor superior pudiendo simular pólipos. Es por ello que Pagés Llinás y cols (56) recomiendan reflejar en el informe radiológico el grado de distensión, ya que un segmento no distendido equivale a un segmento no estudiado.

1.7.4.1 Tipos de catéteres

Inmediatamente antes de la prueba, el paciente debe evacuar el contenido rectal residual. Para insuflar el colon se necesita colocar una cánula rectal de pequeño calibre, flexible, con el paciente en decúbito lateral derecho. Las principales guías desaconsejan usar catéteres rígidos con balones grandes ya que hay mayor riesgo de discomfort y de perforación (82). El catéter estándar de

20 French con balón pequeño (20 cm³), menor que el usado para enemas de bario. La inserción de la cánula es realizada por personal entrenado que debe valorar si existe patología que requiera una inserción cuidadosa de la cánula, por ejemplo en caso de hemorroides. Se administrará previamente un poco de lubricante.

Antes de proceder a la insuflación del colon, se debe realizar al paciente un breve cuestionario, orientado, fundamentalmente a buscar antecedentes quirúrgicos sobre el colon, presencia de hernias inguinales o patología del colon (ej. Colitis).

El balón rectal debe inflarse con 10-15 ml de gas ambiente, ayudando así a la retención del gas y de la sonda, aunque también podemos obtener la distensión sin necesidad de balón rectal. Muchos autores aconsejan desinflar el balón al menos en una de las posiciones, para no enmascarar lesiones a nivel de recto (82). Si el estudio se realiza por un tumor estenosante, se deberá obtener, antes de la insuflación un escanograma para descartar signos de obstrucción (5).

Normalmente es necesario un mínimo de tres litros de gas para distender adecuadamente todo el colon, aunque se puede administrar adicionalmente mayor volumen si el paciente no retiene adecuadamente el gas. El personal que realiza el estudio debe estar entrenado para obtener una distensión colónica óptima, evaluando la tolerancia máxima del paciente o preguntándole si siente molestias, se relaciona el dolor con el nivel de presión del gas y la presencia de diverticulosis.

Inicialmente se rellena el rectosigma y colon descendente, si se gira al paciente a la posición de supino conseguimos distender el colon transverso y colon derecho. La sensación de plenitud es un indicador de que el gas ha llegado retrógradamente hasta el colon derecho, debiendo de adquirirse un escanograma en posición supina. Si se determina una adecuada distensión de las asas, se procede a la obtención de cortes. El colon sigmoide suele ser el segmento del colon más difícil de distender de manera adecuada, se debe administrar adicionalmente gas si se aprecia falta de distensión en algún segmento. Si elevamos discretamente el torso del paciente podemos conseguir una mejor distensión del colon transverso (5).

1.7.4.2 Aire ambiente o CO₂

El gas que introducimos en el estudio puede ser aire ambiente o bien dióxido de carbono (CO₂). Según Kim, Park y Choi (45) se puede insuflar aire ambiental que resulta sencillo, de fácil administración y barato. El aire ambiente se puede administrar a través de una pera de goma de insuflación, realizando entre 50 y 70 pulverizaciones o hasta que el paciente sienta plenitud o molestias leves. Aunque el volumen total del colon difiere entre los pacientes, como ya hemos mencionado, generalmente resultan suficientes unos dos o tres litros de aire ambiente para lograr una distensión suficiente de todo el colon.

Para la distensión con CO₂ usamos un dispositivo de insuflación electrónica que va introduciendo el gas a un flujo fijo de litros por minuto hasta alcanzar una presión máxima de 25 mm Hg. Por lo general se administra un total de 3 litros de CO₂ para obtener una distensión óptima.

Es normal la sensación de dolor o discomfort, especialmente durante la administración del

último litro.

Se realiza la comprobación de la adecuada distensión mediante un scout view. Si se aprecia un segmento de colon que no se distiende adecuadamente y/o no se realiza la eliminación automática de residuos en las dos proyecciones (supina y prono), está indicada la repetición de algunos cortes del estudio en la zona problema en decúbito supino (28). Adicionalmente, una rotación completa del paciente en la mesa de la TC puede ayudar a una mejor distribución del gas y los residuos en el colon.

Se han realizado varios estudios como los de Burling y Kim (44,45) en los que se concluye que el paciente siente menos molestias al administrar CO₂. El dióxido de carbono tiene una mayor solubilidad en lípidos y un mayor gradiente de presión parcial que el aire ambiente, lo que permite su reabsorción a través de las paredes del colon y posterior eliminación del CO₂ a través de los pulmones. En estos estudios se midió la eficacia para distender el colon y las sensaciones del paciente durante la realización de la CTC usando CO₂ con insuflación automática e insuflación manual. Como resultado, la insuflación automática obtiene una mejor distensión, que se hace más significativa a nivel de colon distal con el paciente en posición supina. Kim y cols. (45) realizaron un estudio con 36 pacientes con estenosis severa de la luz del colon secundaria a carcinoma a los que se sometieron a una CTC con insuflación automática de CO₂, demostrando que es tan eficiente en estos casos como en pacientes sin estenosis. Además la desinsuflación es mucho más rápida usando CO₂ reduciendo la sensación de molestia.

Por otro lado la ventaja de realizar la insuflación de forma automática es que se puede monitorizar el volumen y presión de gas que se está administrando, ya que crea un flujo de gas constante siendo menos operador dependiente y permite estimar la cantidad de distensión. Es por todo esto que, a pesar de que ambos métodos de distensión son aceptados por los principales grupos de consenso de la CTC, como son el Colegio Americano de Radiología (ACR) y la Sociedad Europea de Radiología Gastrointestinal y Abdominal (ESGAR) (54,55), existe una preferencia por la insuflación con CO₂, siendo su principal desventaja su coste. Sin embargo hay estudios que reflejan que usar CO₂ en pacientes EPOC estaría contraindicado (82).



Insuflación manual: Sonda de Foley de 20 French con 30 cm cm³ de balón y bulbo insuflador.

Una colostomía no es una contraindicación absoluta para la CTC (82), sin embargo hay que examinar digitalmente la colostomía para obtener más información del calibre y dirección del colon, ya que la luz es más estrecha y hay que ser más cuidadoso al introducir el catéter e insuflar el balón (a veces que hay hacerlo de forma parcial).



Ejemplo de bomba de insuflación de CO2.

1.7.4.3 Estudios en decúbito prono y supino

Tras realizar el estudio de CTC en posición supina se procede a realizarlo en posición prona. Las ventajas de estudiar a los sujetos en dos posiciones opuestas se han definido perfectamente en numerosos estudios como los de Chen, Morrin, Fletcher y Yee (46-49). En ellos la distensión segmentaria del colon aumentó al emplear dos posiciones de estudio (93,7%), en comparación con el estudio en decúbito supino aislado (86,4%) donde el sigma y descendente están más colapsados o prono aislado (85,6%) donde el transversal y ascendente están más colapsados, por lo que quedó demostrado que la distensión y preparación del colon mejoraron de manera notable al utilizar las dos posiciones en combinación. Además el cambio de posición también permitió desplazar el líquido y las heces residuales, descubriendo superficies del colon previamente ocultas. El sigma es el segmento colapsado más a menudo (82).

Se realizaron estudios para determinar si existía una diferencia significativa en el orden en que se realizaba el estudio, concluyendo que si se realizaba primero en prono (mejor distensión del descendente y sigma) y seguidamente en supino (mejor distensión del ascendente y transversal), disminuía la presión del gas en esta segunda proyección, minimizando las molestias al paciente (42).

Se propuso la posición en decúbito lateral izquierdo como alternativa en pacientes, sobre todo ancianos, que no pueden adoptar la posición en decúbito prono e identificaron mejoras en la distensión del colon al utilizar decúbito supino y prono o en estos casos decúbito supino y lateral izquierdo, así como minimización de los artefactos de respiración.

1.7.4.4 Fármacos Espasmolíticos

Puede administrarse este tipo de fármacos antes de la realización de la CTC para reducir el espasmo de las asas, disminuir el artefacto de movimiento por la peristalsis e incrementar la comodidad del paciente. Algunos autores son partidarios de inyectar previamente un relajante muscular, pero no suele ser necesario de forma rutinaria.

El Glucagón[®] es el fármaco más usado, es una hormona polipeptídica que incrementa principalmente la glucemia, aunque también realiza otras acciones como la relajación del músculo liso del tubo digestivo. La dosis administrada es normalmente de 1 mg por vía intravenosa

inmediatamente antes de la prueba. Aunque según algunos autores como Chernish (50), apuntan que es a nivel de colon donde es menos sensible esta hormona. Las reacciones adversas al glucagón son relativamente infrecuentes y consisten en náuseas, vómitos y cefalea en aproximadamente un 4% de los casos. Las contraindicaciones a este fármaco incluyen: pacientes con insulinoma, feocromocitoma, diabetes mal controlada e hipersensibilidad al glucagón conocida.

El butilbromuro de hioscina (Buscopan ® /Buscapina ®) es un anticolinérgico que bloquea los ganglios parasimpáticos, lo que también causa relajación del músculo liso. Se han publicado varios estudios como los de Taylor (51) donde se demuestra que tras la administración intravenosa de 20 mg de butilbromuro de hioscina mejoraba significativamente la distensión del colon.

Se ha comparado el butilbromuro de hioscina con el glucagón, como en el estudio de Goei (52), en pacientes que se sometieron a enema opaco de doble contraste, constatando mayor eficacia del primero para lograr la distensión. Un posible inconveniente que puso de relieve este estudio es que aproximadamente el 5% de los pacientes que recibieron butilbromuro de hioscina presentaron visión borrosa como efecto secundario. Otros efectos secundarios recogidos son: taquicardia, xerostomía, retención urinaria aguda y dilatación gástrica aguda. Las contraindicaciones para la administración de este fármaco son: glaucoma, uropatía obstructiva, obstrucción gastrointestinal o íleo, colitis ulcerosa intensa, miastenia grave y cardiopatía inestable. Estudios como el de Morrin y cols. (47) o Nagata, Iyama, Hanazuka et al. (53), no encuentran diferencias significativas entre el grupo al que se administra este tipo de fármacos y al que no.

La ACR (55) desaconseja el uso rutinario de espasmolíticos, aunque sí sería necesario en caso de que el paciente experimente molestias abdominales significativas, espasmo permanente o zona no distendida durante la realización del estudio pese a los cambios de posición (prono y supino). La European society of gastrointestinal and abdominal radiology (ESGAR) (54) sin embargo, recomienda su uso rutinario, siendo el fármaco de elección el butilbromuro de hioscina. Por todo ello, se concluye que el uso de espasmolíticos es controvertido y no hay consenso.

1.7.4.5 Complicaciones

Se han realizado varios estudios multicéntricos como los de Sosna y Burling (57,58) con datos resultados de perforación solamente en el 0,06% de los casos, que se produjo fundamentalmente en pacientes con enfermedad concomitante. La mayoría de los ellos tenían hernia inguinal, seguida de carcinoma obstructivo y diverticulosis. Generalmente se trataba de perforaciones de ciego causadas por la combinación de una insuflación no controlada, válvula ileocecal competente y oclusión del recto por un balón demasiado grande (82).

Por tanto hay que ser muy cuidadoso a la hora de la insuflación de aire y prestar especial atención a aquellos pacientes que presentan una hernia inguinal que contenga parte del colon y aquellos que muestran un carcinoma estenosante con signos de obstrucción.

La perforación colónica es, junto a las reacciones alérgicas a los contrastes intravenosos, una de las escasas complicaciones graves descritas.

1.7.5 Técnica y protocolo de estudio

1.7.5.1. Contraste intravenoso

Los inconvenientes del uso de contraste intravenoso comprenden una naturaleza más cruenta, la posibilidad de reacciones al contraste, una dosis mayor de radiación, unos tiempos de interpretación más prolongados y un coste más elevado. Para autores como Morrin (59), no es conveniente el uso de contraste intravenoso en estudios con marcado oral de heces, debido a la posible dificultad a la hora de diferenciar entre una lesión que realza y el material fecal marcado. Sin embargo, en estudios sin contraste oral positivo el uso de contraste intravenoso puede ser útil para diferenciar material fecal de pólipos, así como para facilitar la detección de los mismos en pacientes con preparación subóptima según grupos como el de Neri y cols u Oto y cols (60,61).

El Colegio Americano de Radiología (ACR) no recomienda la administración de contraste de manera rutinaria por el aumento del riesgo y porque en sus estudios no se ha demostrado un beneficio coste-efectividad (62). Por tanto, se ha llegado al consenso de que en la CTC de cribado no se administre un medio de contraste de manera sistemática, tan sólo se administrará en pacientes con diagnóstico previo de cáncer de colon, seguimiento tras cirugía curativa de carcinoma colorrectal o pacientes con alta sospecha de visualizar anomalías extracolónicas, obteniendo como ventajas la mejor caracterización de las lesiones y la realización del estadiaje en un único estudio, según Silva (63), Glick (64), Fletcher (65) y Laghi (66).

Yee y cols. (67) recomiendan la fase arterial para una visualización óptima de los pólipos, coincidiendo con el máximo realce de la mucosa intestinal. Sin embargo, la fase portal sería la mejor para la visualización de hallazgos extracolónicos, particularmente las metástasis hepáticas.

1.7.5.2 Protocolo de estudio

La CTC actual requiere del uso de TCMC y un terminal de trabajo informatizado de alto rendimiento con programas gráficos avanzados que representen imágenes en 2D y 3D del colon. Se prefiere el TC multicorte (TCMC) para la realización de la CTC, ya que minimiza el tiempo de adquisición, permite obtener cortes más finos y disminuye la dosis de radiación. El artefacto de movimiento por el peristaltismo y la respiración se disminuye o elimina con la TCMC porque el tiempo de examen se acorta de manera significativa, además permite la adquisición de todas las imágenes en un único periodo de apnea lo que contribuye a minimizar los artefactos producidos de respiración y movimiento.

Hara y cols. (68) realizaron un estudio comparativo con TC de un solo detector y TC multicorte en 237 pacientes. Los resultados obtenidos para el TCMC fueron: una menor cantidad de artefactos por respiración superficial (16% vs 61% en el de un único detector) así como una menor frecuencia de distensión subóptima por el tiempo de realización de la prueba (16% vs 52%).

La adquisición de cortes finos disminuye el volumen parcial, mejora la calidad de las reconstrucciones multiplanares y de navegación endoluminal en 3D. Los TCMC permiten una colimación más estrecha para la CTC. Si se usa una TCMC de 64 detectores, el espesor de corte

(denominado antiguamente rango de colimación, ya que el scanner sólo tenía un detector, por lo que el espesor se determinaba mediante colimación) puede oscilar entre 0.5 y 0.625 mm. Varios estudios han comprobado que unas reconstrucciones más finas permiten aumentar la sensibilidad en el caso de pólipos pequeños (< 5 mm) y mejorar la especificidad (69-72). Se han evaluado varios espesores de corte en la CTC demostrando el aumento de la especificidad en pólipos de 5 mm o más usando cortes más finos en comparación con cortes más gruesos, mientras que la sensibilidad no variaba significativamente.

En las directrices prácticas del American College of Radiology (ACR) acerca de la realización de CTC, se recomienda usar TCMD con un espesor de corte de 3 mm o menos y un intervalo de reconstrucción de 1,5 mm o menos (62). Esto coincide con un estudio de consenso el 88% de los expertos en colonoscopia virtual seleccionados que recomendó un grosor de corte aceptable máximo de 3 mm o menos (73). La ESGAR también recomienda cortes inferiores a 3 mm de grosor. Para Pickhard (81), para estudiar la existencia de hallazgos extracolónicos puede ser más útil realizar reconstrucciones axiales de 2.5-5 mm.

1.7.5.3 Dosis de radiación

La CTC aplica radiación ionizante y, dado que podría convertirse en una prueba de cribado, se ha controlado la dosis de radiación efectiva de esta exploración. Debido al contraste intrínseco elevado entre el gas intraluminal y los tejidos blandos de la pared del colon, el descenso de los miliamperios por segundo (mAs) puede reducir considerablemente la dosis de radiación efectiva para el paciente en comparación con las exploraciones de TC habituales del abdomen y la pelvis (69).

Se ha hecho varios estudios para intentar utilizar valores bajos de mAs sin que repercuta en la sensibilidad para detectar pólipos: Macari et al. (17) practicaron CTC en 105 sujetos con 50 mAs, un kilovoltaje máximo (kV) de 120 y un grosor de corte de 1,25 mm con un intervalo de reconstrucción de 1 mm. La sensibilidad en la detección de pólipos de 6 a 9 mm fue del 70% y de 10 mm o más fue del 93%. La dosis de radiación efectiva para la CTC fue de 5,0 milisieverts (mSv) en los hombres y de 7,8 mSv en las mujeres. Brenner y Georgsson (75) calcularon que el riesgo de cáncer absoluto durante toda la vida asociado a la exposición a radiación con parámetros semejantes fue del 0,14% con los estudios de CV en decúbito supino y prono combinados para una persona de 50 años y en torno a la mitad del de una de 70 años. Varios investigadores como Iannaccone y van Gelder (76, 77,78) han comprobado que puede realizarse una CV con dosis ultrabajas, incluso con valores más bajos de 50 mAs. Luz et al. (79) realizaron un estudio en fantasmas para determinar la radiación expuesta con varios protocolos diferentes. Se concluyó que cuando el estudio se realizaba con 50 mAs y 120 kV, se obtenían dosis de 3.8/4.2 mSv en hombres y de 4.2/4.5 en mujeres. Liedenbaum y cols. (80) llegaron a la conclusión de que la dosis media efectiva era de 5.7 mSv (2.8 mSv en supino y 2.5 mSv en prono). Para el grupo de Yee et al. (67) los parámetros son: Intensidad de corriente del tubo de 50 mAs, 120 kV, tiempo de rotación de 0.5 s, y reconstrucciones a 1-1.25mm.

Por tanto, la técnica nos permite conseguir dosis bajas, menores que un TC de abdomen, sin que se afecte la calidad de la imagen, por ello la ESGAR recomienda, para estudios sin contraste

intravenoso, la adquisición en supino y prono debe ser iguales o inferiores a 100 mAs y 50 mAs, respectivamente.

El protocolo puede variar según el paciente o la indicación clínica, así en pacientes menores de 50 años o en el caso de que esta técnica se usase como cribado, se recomienda realizar estudios con baja dosis (50 mA) en prono y en supino y sin contraste intravenoso, ya que no disminuye de forma significativa la sensibilidad para detectar pólipos y unos valores inferiores probablemente descartarían una evaluación óptima de datos extracólicos (78).

Sin embargo, en pacientes obesos habría que aumentar los mAs o bien si la finalidad es estudiar el colon de un paciente con un carcinoma conocido que no permite el paso del endoscopio sería necesario aumentar los mAs y administrar contraste intravenoso. Según la ESGAR, la intensidad de corriente del tubo en estos casos debe ser igual o inferior a 50 mAs para el estudio en prono (sin contraste) y entre 100 y 200 mAs para el estudio en supino con contraste. Obteniendo como ventajas la mejor caracterización de las lesiones, detectar pólipos o tumores sincrónicos y la realización del estadiaje en un único estudio, según Silva et al. (63)

Dosis de radiación en CTC 64x		
	Hombres	Mujeres
30 mAs	2.5 mSv	2.8 mSv
50 mAs	3.6 mSv	4.5 mSv
<i>Luz O et al Evaluation of dose exposure in 64-slice CT colonography. Eur Radiol. 2007 Feb 7</i>		
TC abdominal 4x		
100mAs	9.8 mSv	9.5 mSv
<i>Cohnen M et al. Effective doses in standard protocols for multi-slice CT scanning. Eur Radiol. 2003 May;13(5):1148-53</i>		

1.7.6 Métodos de visualización:

La interpretación de la Colonografía-TC (CTC) requiere de la visualización de imágenes 2D axiales, reformateos multiplanares (MPR) y reconstrucciones 3D. Los lectores deben estar experimentados en la visualización tanto de imágenes en 2D como en 3D para conseguir interpretar un estudio con gran precisión en un tiempo adecuado. Normalmente se suele tomar uno de los dos tipos de imágenes como técnica primaria de interpretación de los hallazgos, usando la otra de manera complementaria para resolver las dudas.

1.7.6.1 IMÁGENES 2D

La búsqueda de lesiones colónicas con 2D usa imágenes axiales en proyección supina y prona, que se estudian de manera dinámica desplazando el ratón, usando una ventana de alto contraste (anchura de 1400 UH y nivel de -350 UH), ventana de pulmón, y ventana de partes blandas.

Los pólipos se visualizan de morfología ovoidea o redondeada, con una densidad homogénea de tejidos blandos y mantienen una localización fija en las proyecciones supina y prona. La búsqueda de pólipos requiere de una revisión rigurosa de cada segmento de colon, usando vistas axiales magnificadas. Cuando se identifica una posible lesión, se coloca un cursor sobre la misma, para compararla en las proyecciones MPR y 3D y poder determinar si realmente se trata de un pólipo, haciendo fundamentalmente el diagnóstico diferencial con pliegue y resto fecal. El material fecal, tiene típicamente una densidad heterogénea y es móvil, con unos bordes lineares o irregulares, hay que tener precaución ya que los pólipos pedunculados pueden retener aire en su base, visualizándose con una densidad heterogénea, o bien ser móviles cuando el tallo es prolongado, características que pueden llevar a cometer errores de interpretación (Imagen 1 y 2).

También se debe revisar el colon en 2D con ventana de partes blandas, tal como muestra la imagen 1, buscando zonas de engrosamiento mural que pueden traducir la existencia de un proceso infiltrativo parietal y lesiones planas (lesiones con una altura <2-3 mm).

Hay autores que prefieren realizar la lectura primaria de los cortes axiales y dejar la visión 3D de endoscopia virtual para solventar dudas. Las ventajas de usar las imágenes 2D como técnica primaria, para Johnson et al. (22), son la posibilidad de determinar en un primer momento la densidad que tiene la lesión y la relativa disminución del tiempo de interpretación en comparación con el uso de la imagen 3D. Otros autores, por el contrario, realizan una interpretación primaria 3D y reservan, como complemento, los cortes axiales y reconstrucciones MPR. El uso de la reconstrucción 3D como lectura primaria conlleva dos grandes ventajas: su uso más sencillo en lectores noveles y una mayor facilidad para interpretar los pólipos localizados en un pliegue o próximos a éste. Sin embargo, su interpretación requiere mayor cantidad de tiempo. En cualquier caso, ambas formas son válidas por ser complementarias.

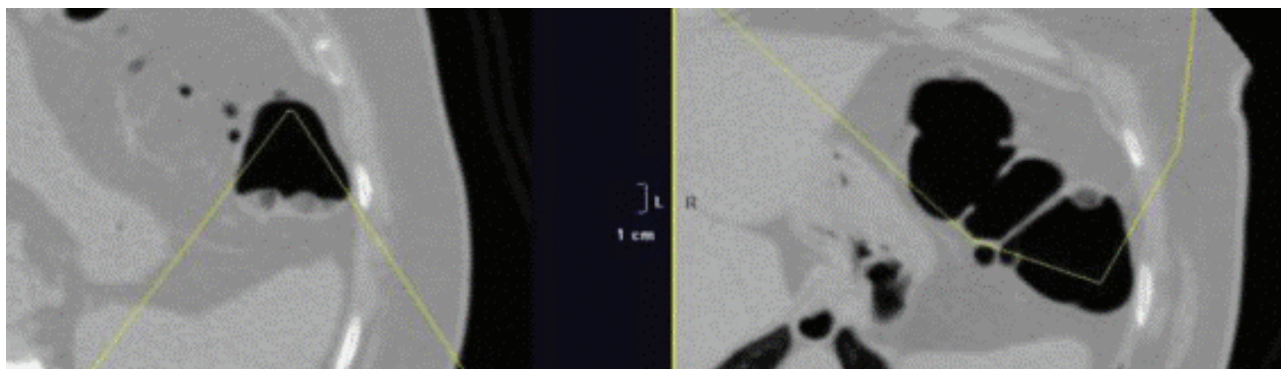


Imagen 1. Comportamiento típico de las heces, densidad heterogénea y movilizables en la posición de supino (izquierda) y prono (derecha). Se ha usado ventana de alto contraste (pulmón).

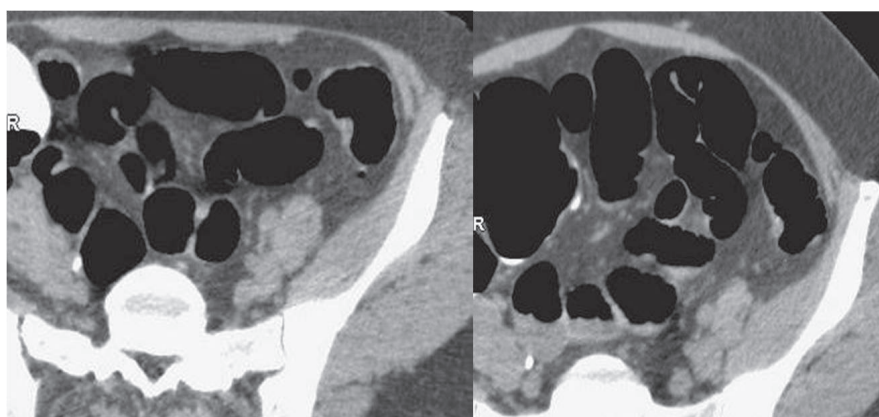


Imagen 2. Comportamiento típico de los pólipos, homogéneos y no movilizables en la posición de supino (izquierda) y prono (derecha). Ventana de partes blandas

1.7.6.2 IMÁGENES 3D

La interpretación con imágenes 3D de forma primaria consiste en la navegación endoluminal a través del colon, generando automáticamente la dirección y sentido de la misma. Se suelen necesitar cuatro navegaciones (en cada una de las proyecciones, supina y prona, realizar un recorrido anterógrado y otro retrógrado). La evaluación primaria 3D requiere disponer del programa de CTC, además es fundamental que exista una adecuada distensión aérea del colon, ya que no se puede navegar en elementos colapsados.

El programa informático traza una línea central en el colon distendido por aire y crea una imagen similar a la de un enema de doble contraste, lo que resulta muy útil para la localización espacial de las lesiones. Esta imagen se puede girar en todas direcciones. Se muestra en todo momento la localización en la que nos encontramos navegando. Al mismo tiempo se muestran los cortes axiales y una imagen similar a la de la endoscopia convencional (Imagen 3). Cuando se localiza un probable pólipo, se marca con un cursor y se estudia en las imágenes 2D axial y MPR para determinar la densidad y movilidad de la lesión (Imagen 4).

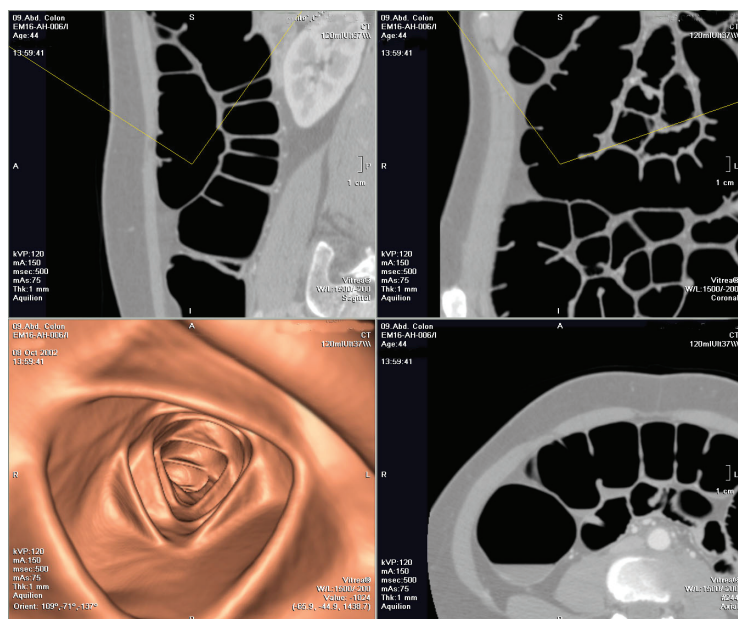


Imagen 3

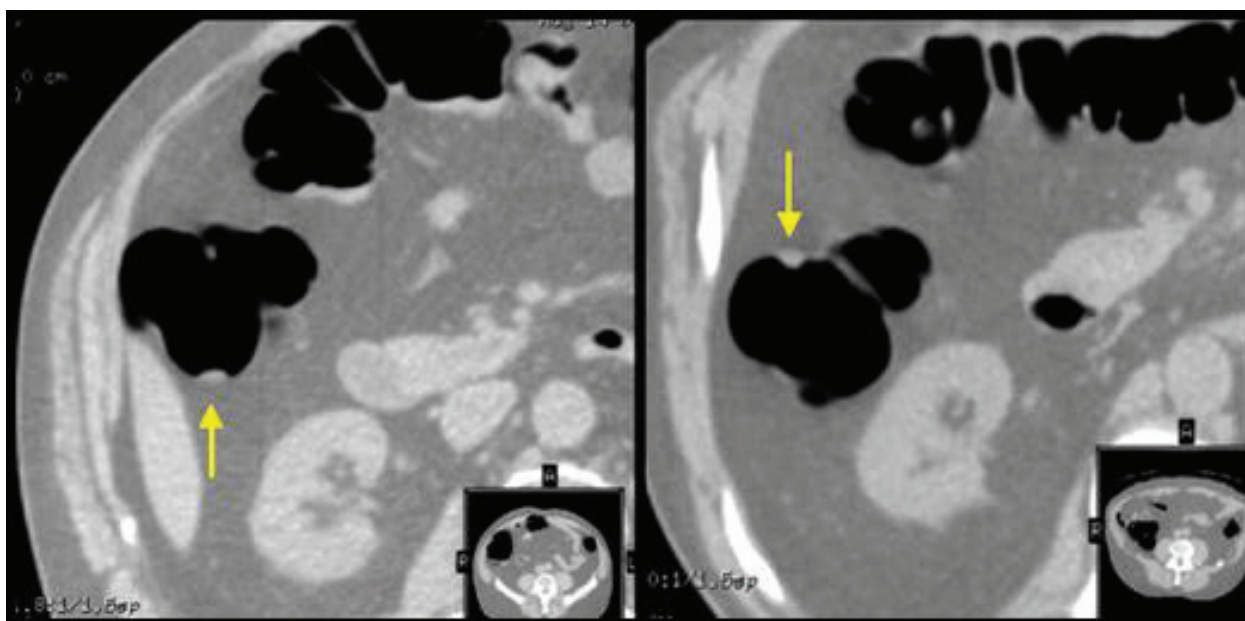


Imagen 4: Las flechas señalan la lesión a estudiar en la proyección en supino y en prono.

1.7.6.3 NUEVAS PROYECCIONES 3D

Los modos de representación 3D endoluminal tienen algunos inconvenientes, ya que según autores como Pickhardt (83), hasta el 20% de la mucosa del colon no puede examinarse en un recorrido unidireccional. Estas zonas ocultas, se localizan principalmente detrás de los pliegues semicirculares y se tornan prominentes cuando hay una distensión subóptima del colon o en los pacientes con diverticulosis acompañada de hipertrofia muscular. Por tanto, es necesario realizar las cuatro navegaciones explicadas anteriormente, siendo el proceso laborioso y potencialmente cansado. Para intentar solver estos problemas, se han diseñado diversos métodos de representación 3D nuevos. Algunos programas permiten una visualización simultánea del colon en las direcciones anterógrada y retrógrada, así como de la pared íntegra del colon con representación de todas las zonas ocultas. Esta visualización reduce la exploración 3D del colon a un recorrido por prono y otro

por supino. Sin embargo, dado que se proyectan más datos en el monitor de manera simultánea, aún se requiere tiempo para que el lector inspeccione toda la imagen mostrada, lo que podría ser complicado de interpretar. Se han diseñado métodos que consisten en “abrir el colon” o “extenderlo” para visualizarlo en parte o de forma íntegra. Para que funcionen bien, es imprescindible que el colon se encuentre adecuadamente distendido, describiremos los más usados:

- **Disección Virtual**

El colon se muestra abierto como un libro, como si se tratase de una disección quirúrgica. Tiene la ventaja de que en una sola visión se muestran los pliegues en su parte anterior y posterior con lo que se evita la necesidad de la visión retrógrada que habría que hacer en el modo convencional (cuatro pases: prono y supino, visión anterógrada y retrógrada), realizando ahora sólo dos pases: prono y supino, con lo que se reduce a la mitad el tiempo de interpretación.

En algunos programas de las diferentes casas comerciales el lector puede visualizarlo por segmentos o bien en su totalidad en el monitor. Se puede optar por una presentación que permite visualizar las imágenes en decúbito supino y prono, endoluminal 3D y 2D simultáneamente, con una correlación punto por punto entre todas las proyecciones. De manera simultánea puede usarse una pequeña imagen en transparencia 3D del colon, para ayudar a evaluar la anatomía y distensión del colon, la localización de los pólipos y la comparación de posiciones en decúbito supino y prono (Figura 1).

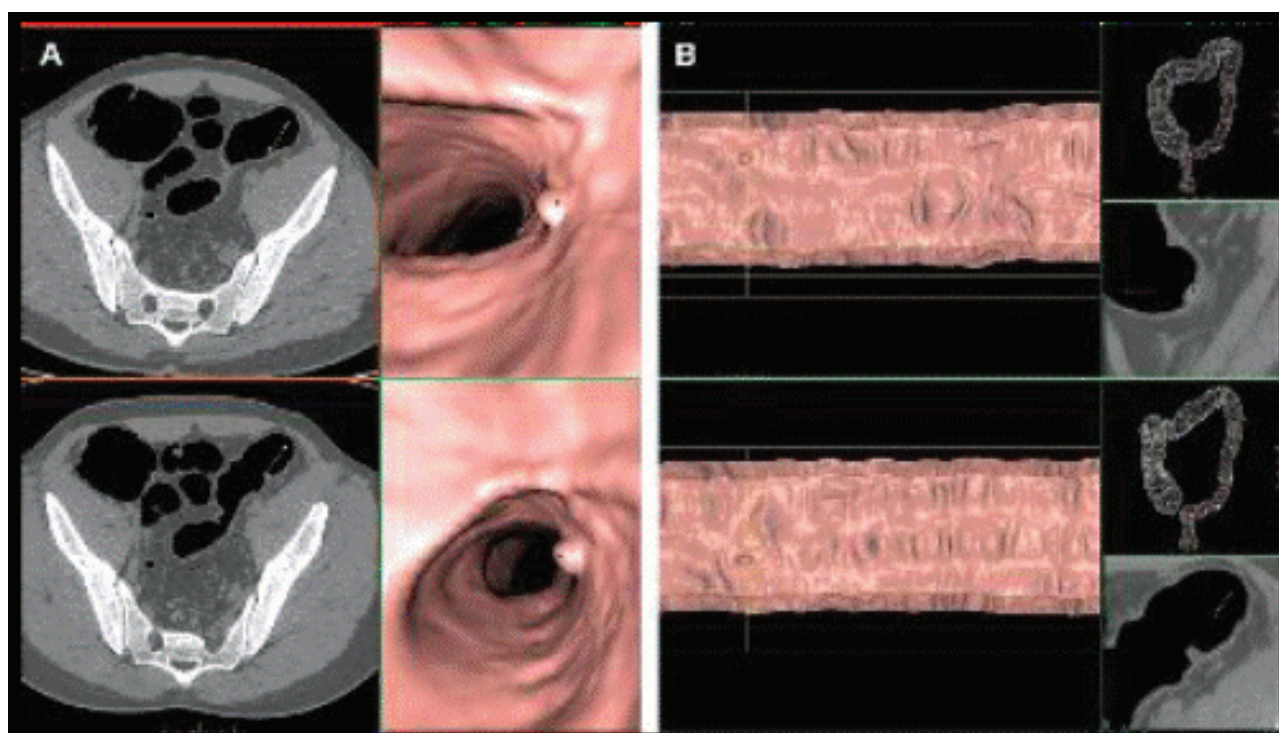


Fig.1 Disección virtual (A) Recuadro izquierdo que muestra imágenes axiales y endoluminales 3D en decúbito supino y prono simultáneas. (B) Recuadro derecho muestra imágenes de disección virtual en decúbito supino y prono simultáneas, y pequeñas imágenes ortogonales y en transparencia. De Dachman (87)

Normalmente, cualquier proyección novedosa origina cierta distorsión (“modelado o *morphing*”) de las estructuras del colon, lo que dificulta aún más su estudio. Algunos fabricantes disponen de programas informáticos que pueden “abrir” el colon por la mitad, en el eje longitudinal, sin extenderlo, para evitar el problema de la distorsión (Figura 2).

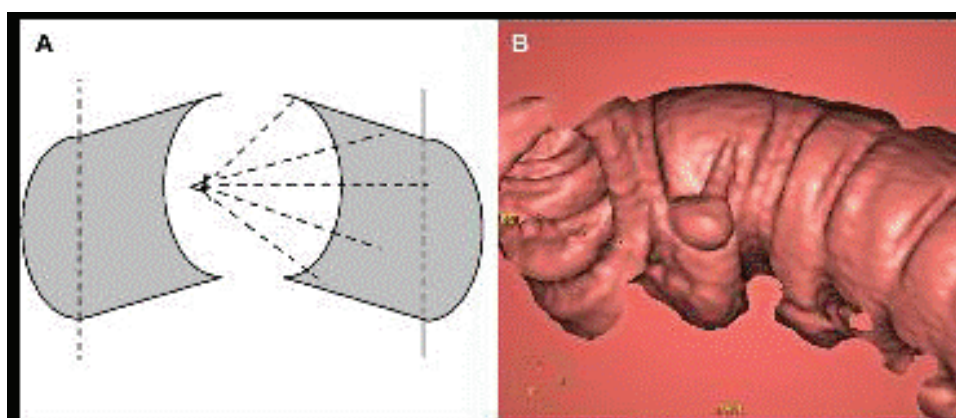


Fig.2. Proyección dividida. (A) Diagrama del colon dividido en dos “copas” sin aplanamiento de éste. (B) Visión de una mitad del colon dividido. Esta técnica evita el moldeado (*morphing*) y la distorsión asociados al aplanamiento. De Dachman et al. [72]

Algunos autores, como Johnson et al. (22), proponen la disección virtual (DV) como lectura primaria rápida y han aprendido a reconocer la peculiaridad reproducible de la distorsión de los pólipos. Otros grupos la aconsejan como lectura suplementaria rápida de todo el colon. Un estudio de Kim y cols. (85) en el que comparan la lectura primaria con imágenes 2D versus disección virtual, llega a la conclusión de que la DV aumenta la sensibilidad y la especificidad para la detección de pólipos de tamaño igual o superior a 6 mm y además tiene como ventaja la reducción del tiempo de lectura, ya que ésta se reduce únicamente a dos proyecciones, prono y supino.

Proyección en malla:

La proyección en malla genera un vídeo del colon “abierto” que se muestra para un segmento corto en un momento dado. En esta proyección se produce una distorsión deseable del pliegue conforme atraviesa el centro del monitor, en el que se observa un poco mejor las superficies derecha e izquierda del pliegue a medida que se acerca y pasa, respectivamente, por el centro del monitor, por lo que obliga a concentrarse en una lectura primaria pudiendo correlacionarla con proyecciones 2D o 3D endoluminales. (Figura 3). Se trata de una variante de la disección virtual usada con éxito por el grupo de Juchems y cols. (86) y que usamos como proyección primaria en nuestro Hospital.

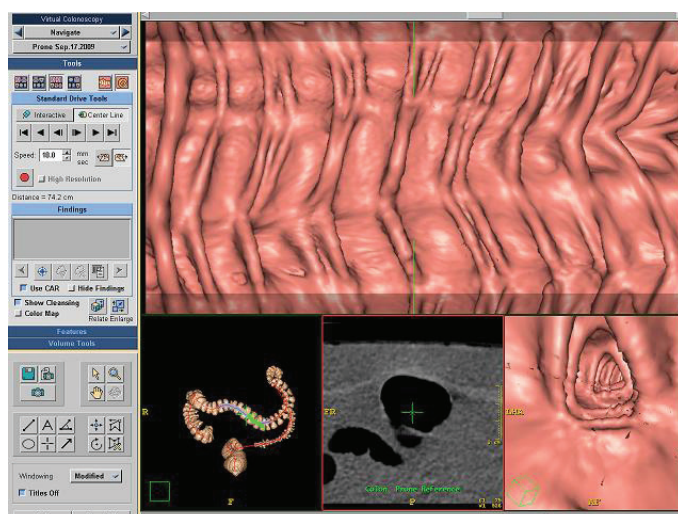


Fig.3 Proyección en malla que muestra este tipo de reconstrucción, que parece “abrir el colon” y extenderlo, y que muestra un segmento corto. Imagen del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital de Valme

- **Proyecciones panorámicas :**

También muestra el colon en las direcciones anterógrada y retrógrada en la misma ventana. Consigue incrementar la visión endoluminal habitual en sus bordes, de manera que la parte interna representa la visión anterógrada del colon, mientras que la parte que se enrolla permite al lector mirar detrás de los pliegues semicirculares y representa la visión retrógrada del colon. Este método exige una mayor atención del lector porque muestra una mayor superficie de la pared del colon al mismo tiempo (Figura 4)



Figura 4. Imagen panorámica que muestra una proyección extendida del colon en la periferia de la imagen, que permite un examen del lado posterior de los pliegues semicirculares. No obstante, hay más distorsión en la periferia del campo de visión. De Dachman et al.

- **Proyección en cubo desplegado**

A fin de evitar una distorsión de la imagen, el colon se presenta como un cubo desplegado que muestra toda su pared en seis cuadrados (Figura 5). Al utilizar la vía cólica central, se obtiene una visión de 90° en las seis direcciones: anterior y posterior, hacia arriba y hacia abajo, y lado derecho e izquierdo. A continuación se fusionan estas seis imágenes en una proyección en cubo desplegado. Esta representación da lugar a una proyección y visualización simultáneas de las cuatro partes de la pared (arriba, abajo, derecha e izquierda) y la luz del colon en direcciones anterógrada y retrógrada. Dado que se utiliza una visión de 90°, no hay distorsión en la periferia de la imagen. El grupo de Vols y colaboradores (89) obtuvieron una visualización del 99.5% de la pared del colon en un tiempo significativamente menor que con la técnica 3D convencional

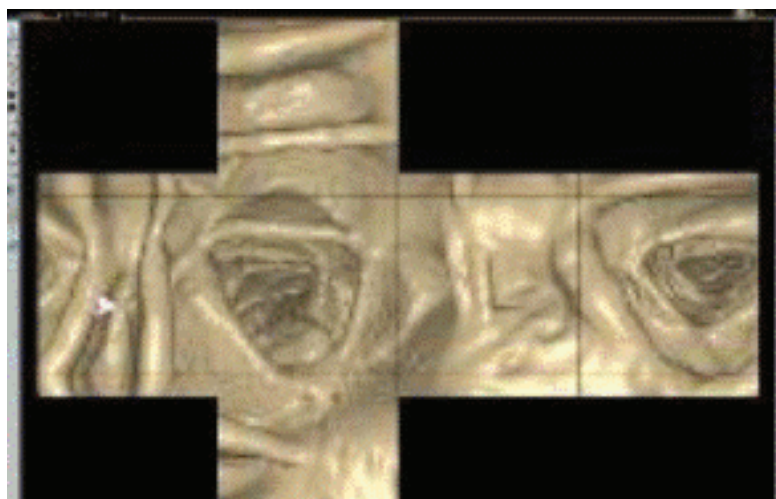


Figura 5. Proyección en cubo desplegado. Este tipo de imagen muestra el colon hacia delante, hacia detrás y en los cuatro lados. La continuidad "sin costuras" de las imágenes origina una cierta distorsión, pero muestra todas las superficies de forma simultánea. Se observa un pólipo en un pliegue (punta de flecha). De Dachman et al.

1.7.6.4 HERRAMIENTAS DE AYUDA EN VISIÓN 3D:

- Visión de translucencia

La visión de translucencia consiste en una aplicación de postprocesado que asigna colores a la mucosa según valores de unidades Hounsfield, creando un mapa de colores en la proyección 3D. Si se realiza marcaje oral de heces, con esta herramienta se puede diferenciar material fecal de pólipos sin tener que recurrir a las proyecciones 2D (Fig 6)

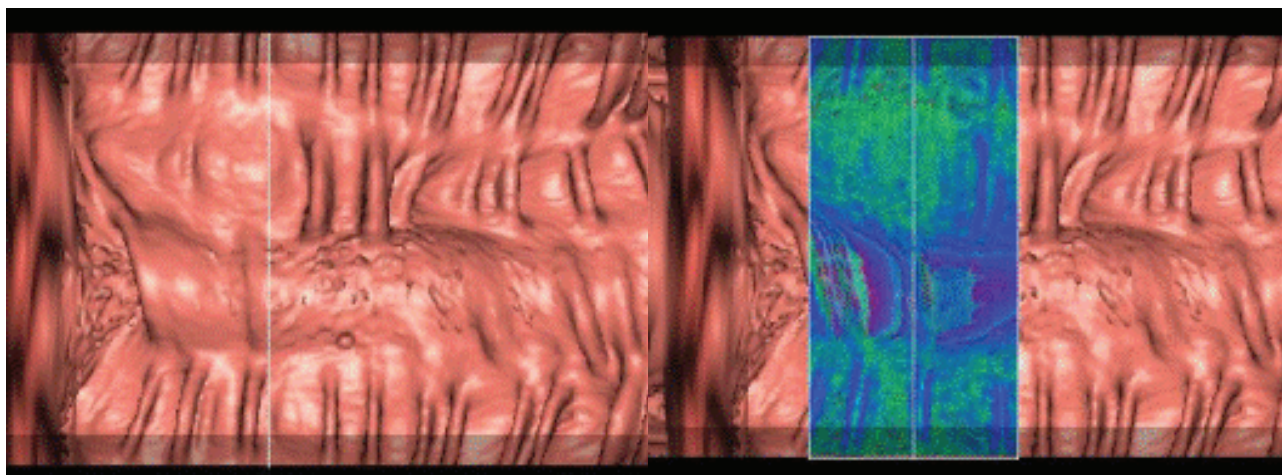


Fig 6. Imagen de translucencia. La imagen del centro muestra la asignación de colores según la densidad. Imagen del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital de Valme

Hay otros postprocesados que marcan en diferente color las porciones de colon que se han podido visualizar para que el lector revise las partes ocultas posteriormente. Esta aplicación usada por algunos autores como Dachman (87) ayuda a que se revise por completo todo el colon (Fig 7).

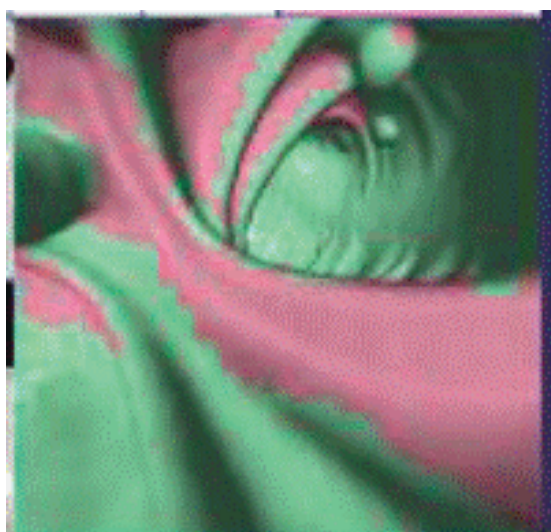


Fig 7. Las zonas verdes representan la superficie del colon no observada en un recorrido unidireccional. De Dachman et al. (87)

El ACR recomienda haber interpretado al menos 50 casos en formatos variados para poder considerarse lectores cualificados en CTC. Estos formatos incluyen un programa interactivo con casos prácticos de entrenamiento, realizar el informe junto a un radiólogo cualificado, que actuaría

de doble lector, y/o realizar una correlación de los hallazgos encontrados en la CTC y la colonoscopia óptica. Este entrenamiento se considera muy importante, ya que la forma de búsqueda y apariencia en la CTC de las lesiones verdaderas y aquellas que pueden dar lugar a error son muy diferentes a la CT de abdomen de rutina.

- Consideraciones especiales para visualizar el marcado fecal:

Como mencionamos en capítulos anteriores, en la actualidad se está utilizando técnicas de marcaje fecal mediante administración de bario u otros contrastes orales, y su posterior sustracción digital. El líquido y heces de alta densidad marcados deben analizarse en una ventana de pulmón para ayudar a identificar pólipos sumergidos, según proponen Dachman, Dawson, Lefere et al (90) y el grupo de Iannaccone, Laghi, Catalano et al. (37). A menudo, esta investigación se efectúa mejor en una proyección que se oriente en el plano del nivel hidroaéreo, como la axial o sagital. (Figura 8).

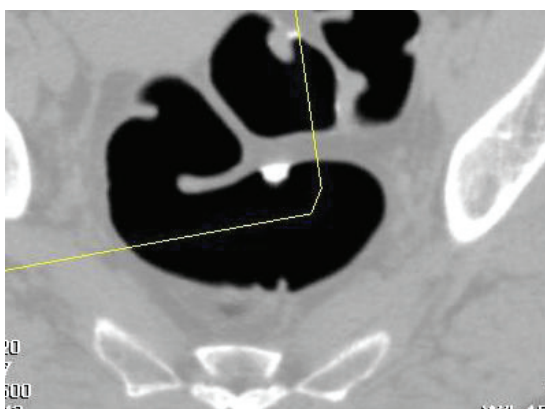


Figura 8

- Sustracción electrónica de contraste oral:

Cuando se emplea una lectura 3D primaria o una proyección nueva, el líquido y las heces marcados pueden sustraerse electrónicamente (figura 9), con la herramienta *cleansing*. Esta herramienta permite que el material marcado con el contraste oral (heces, líquido) que aparecen como áreas de alta densidad sean eliminados electrónicamente.

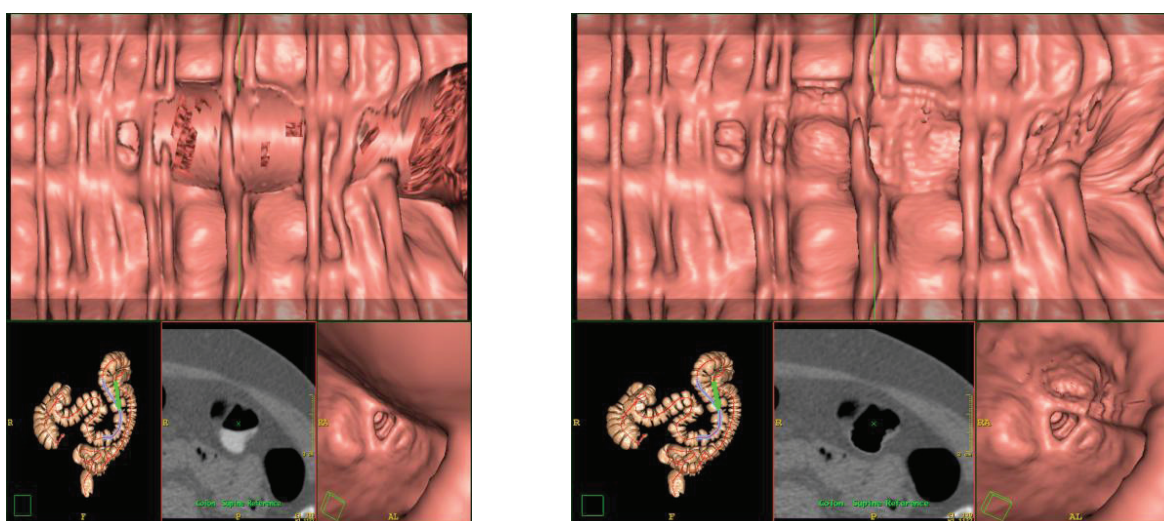


Figura 9. Sustracción electrónica del contraste oral. En la imagen superior se observa una reconstrucción en malla. A la izquierda se aprecia sin sustracción del contraste y a la derecha usando el *cleansing*. En el recuadro medio inferior de ambas imágenes se aprecia el mismo efecto en imágenes 2D, usando la ventana de hueso amplia. Imágenes del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital de Valme

- Diagnóstico asistido por ordenador (CAD)

Es un programa de ordenador que detecta lesiones con morfologías sugestivas de pólipo y que se basan, fundamentalmente, en sus características morfológicas y geométricas. Se diseñan como una segunda lectura adicional para ayudar al radiólogo, quien posteriormente evalúa estas posibles lesiones y define si se trata o no de un verdadero pólipo (Fig 10)

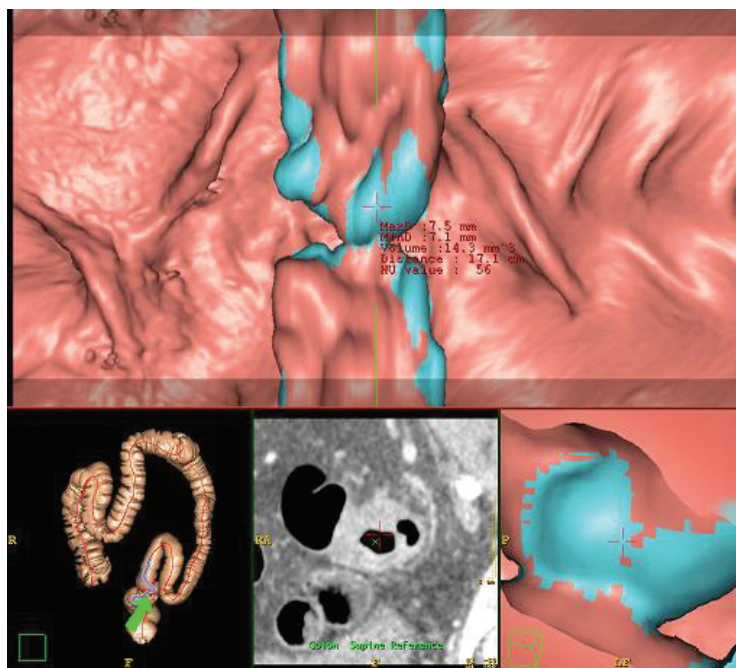


Figura 10. En la parte superior se muestra tejido de azul una lesión que el programa informático detectó, con la correlación en 2D debajo. Imagen del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital de Valme

1.7.7 Semiología de las lesiones en la Colonografía-TC

1.7.7.1 Morfología y densidad de las lesiones

Zalis et al. (91) define pólipo como una estructura homogénea de densidad partes blandas que surge de la mucosa del colon y se mantiene pegada a ella por un punto fijo protruyendo hacia la luz. Se denomina masa cuando su diámetro mayor supera los 3 cm. Por tanto, los pólipos se visualizan de morfología ovoidea o redondeada, con una densidad homogénea de tejidos blandos, sin visualizar gas en su interior, y se mantienen una posición fija en la proyección supina y prona. Estas características sirven para diferenciarlos del material fecal, que tiene típicamente una densidad heterogénea con burbujas de gas en su interior y bordes irregulares, además las heces son móviles en las diferentes proyecciones del estudio, de forma que se sitúan en la porción declive a la luz de colon y cambian su posición al girar al paciente según se realice el estudio en prono o supino (Imagen 1-4). Sin embargo, muchas veces es difícil de determinar la movilización de las heces, ya que según Macari et al. (92) algunos segmentos colónicos, cambian su orientación al rotar al paciente, como el ciego, colon transverso y sigma. Kim y cols. (93) han descrito un comportamiento similar a nivel del colon ascendente. Además algunas veces las heces no se movilizan quedando pegadas en la luz, esto se produce sobre todo cuando se utiliza una preparación con catárticos “seca”. Actualmente, con las técnicas de marcado de heces, la mayoría de éstas quedan teñidas

y se diferencian de una forma más sencilla de las lesiones polipoideas, por lo que los diferentes consensos recomiendan utilizarlo, en los casos de tinción subóptima los restos fecales pueden diferenciarse por las características previamente mencionadas (54,55). En las series de imágenes adquiridas tras la administración de contraste intravenoso, el pólipo suele mostrar realce, según las series de Oto et al, entre otros (94), a diferencia de las heces, cuya densidad no varía. La densidad de tejidos blandos permiten diferenciarlos de lesiones que contengan grasa macroscópica como los lipomas o divertículos invertidos, esto también es de utilidad para identificar la válvula ileocecal, que suele ser fuente de confusión, ya que también suele tener densidad grasa (Figura 11-14).

No hay signos en la CTC que nos permitan diferenciar los adenomas de las lesiones polipoideas no neoplásicas como los pólipos hiperplásicos o los inflamatorios, por lo que el estudio histológico es siempre necesario.

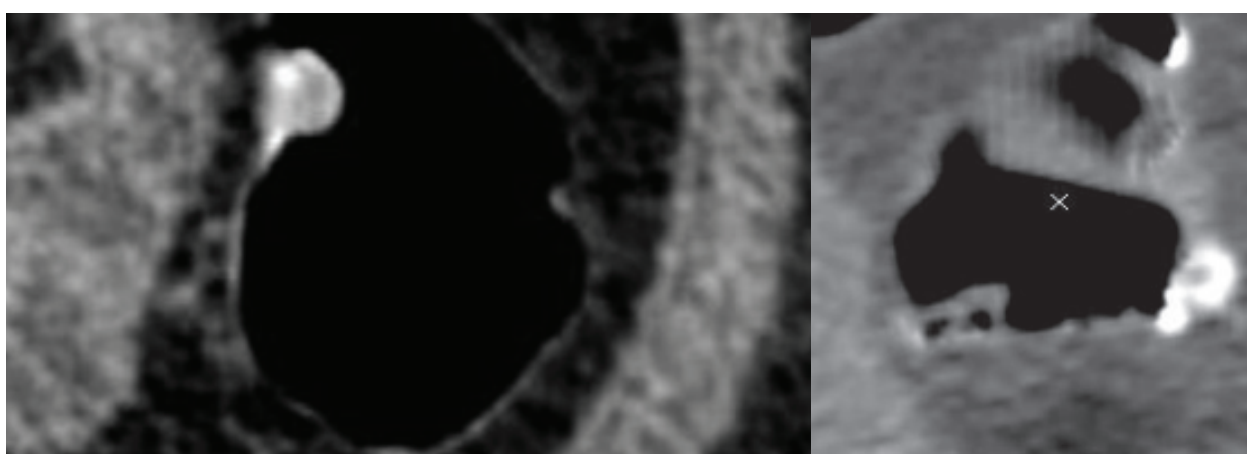


Fig.11. El pólipo se caracteriza por una densidad de partes blandas en la imagen 2D, acostumbra a captar contraste intravenoso cuando éste se administra y puede tener adheridas en su superficie mínimas cantidades de material de marcaje. En la imagen derecha se muestra la morfología y densidad heterogenea de las heces que muestran gas en su interior. Imagen de Radiología 2011.

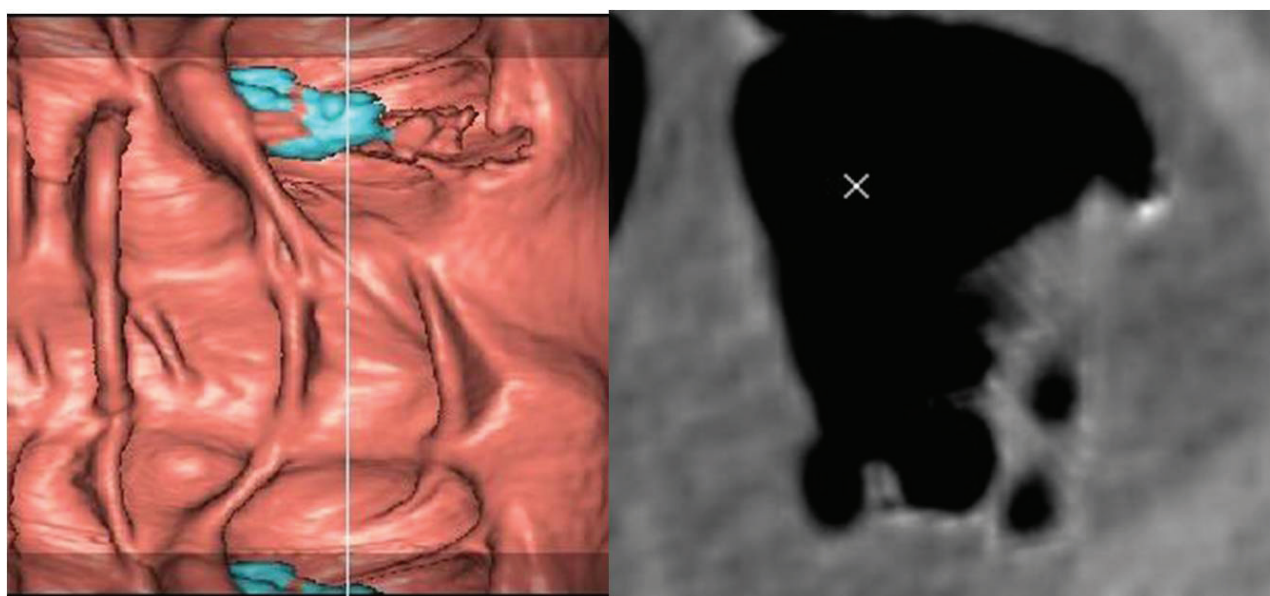


Fig 12. En la vision 2D se observó la heterogenicidad de la lesión que había marcado el CAD, se trataba de heces. Imagen de Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital de Valme.

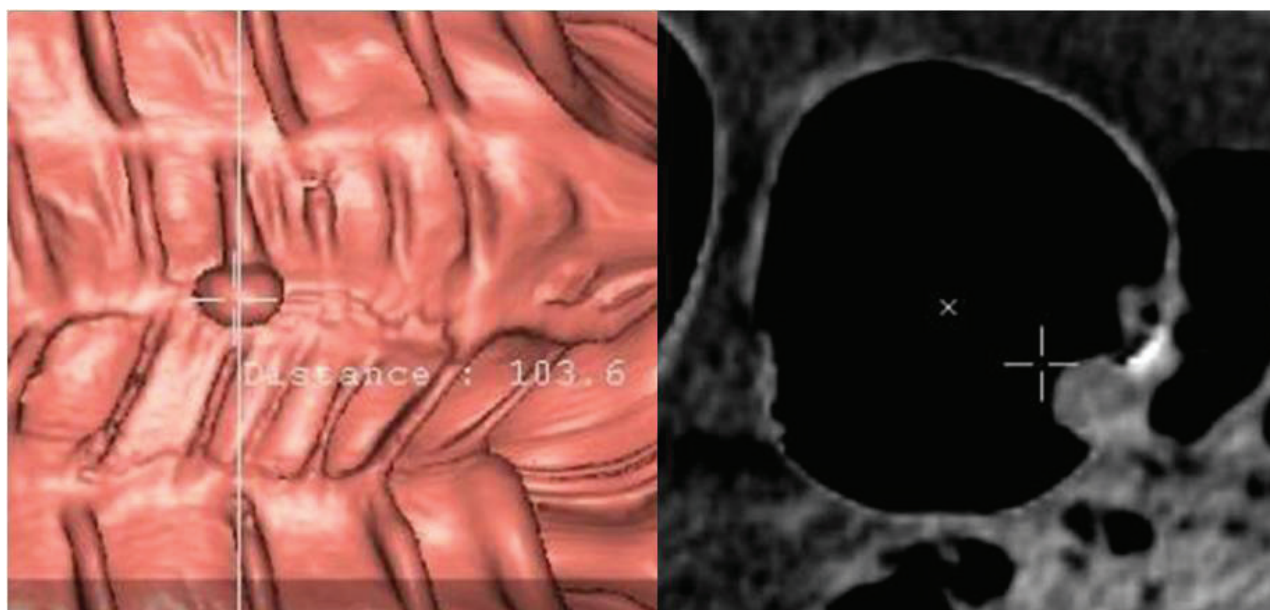


Fig. 13 Imagen sólida y homogénea correspondiente a pólipo, a la izquierda vision 3D y 2D a la derecha. Imagen de Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital de Valme

La densidad de tejidos blandos permiten diferenciarlos de lesiones que contengan grasa macroscópica como los lipomas o divertículos invertidos, esto también es de utilidad para identificar la válvula ileocecal, que suele ser fuente de confusión, ya que también suele tener densidad grasa (Figura 14).

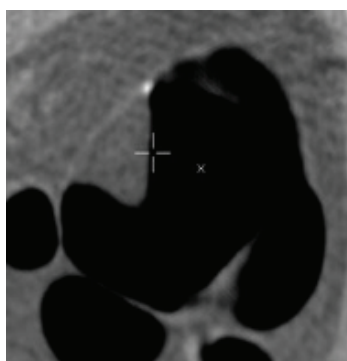


Fig. 14. Pólipo con densidad baja (-132 UH) correspondiente a grasa, se trata de un lipoma. Imagen de Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital de Valme

Los pólipos se clasifican morfológicamente en pólipos sésiles, pediculados o planos (74, 91).

- Sésiles: Amplia base (Figura 15)
- Pediculados: Muestran una base estrecha a modo de tallo que los separa. Los pólipos pedunculados pueden retener aire en su base, visualizándose con una densidad heterogénea, o bien ser móviles cuando el tallo es prolongado, características que pueden llevar a cometer errores de interpretación. (Figura 15)
- Planos: Presentan menos de 3 mm de elevación vertical por encima de la mucosa colónica. Este tipo de lesiones han sido las más recientemente descritas siendo motivo de debate ya que en algunos estudios realizados como los de Pickhardt (21,97) la prevalencia de estas lesiones y la probabilidad de que estas contuvieran atipia celular fue baja. Sin embargo otros estudios

publicados sugieren una mayor prevalencia y mayor agresividad histológica que los anteriores, por lo que todavía su papel es incierto siendo una de las fuentes actuales de polémica.

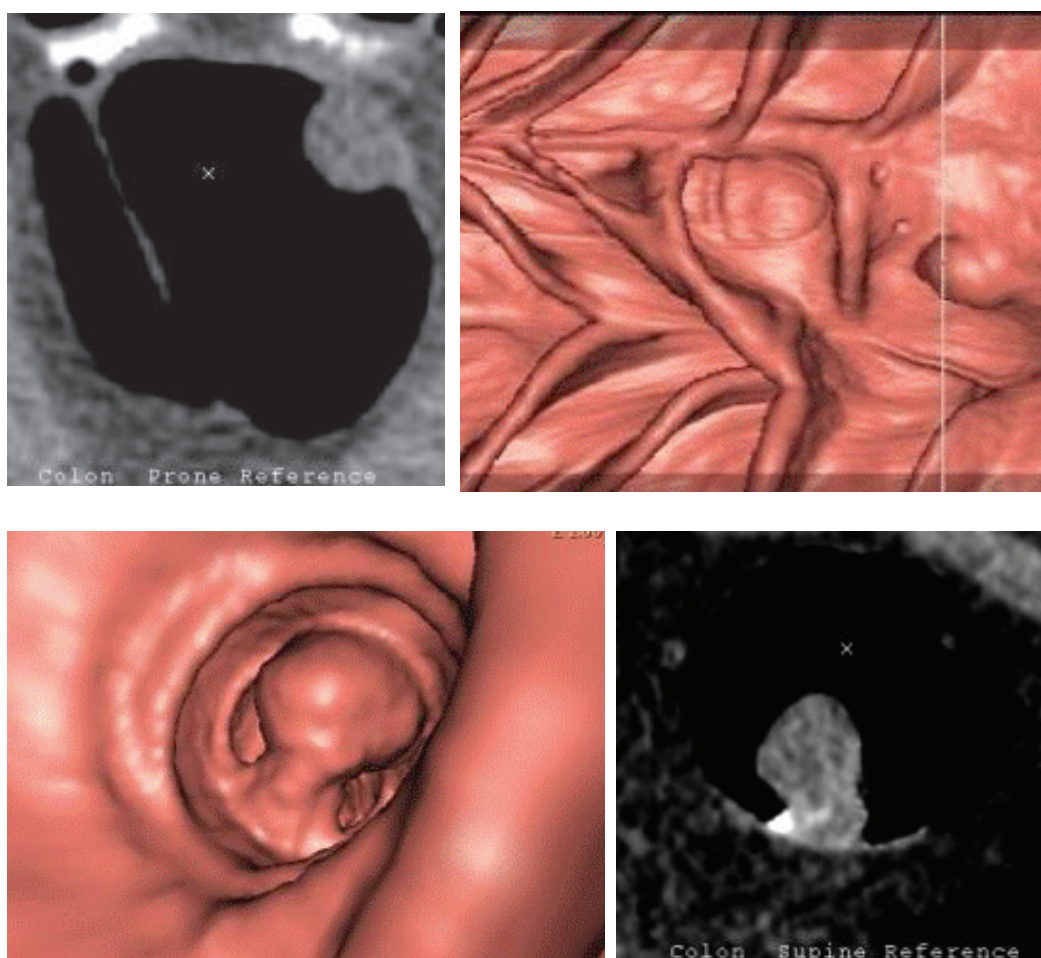


Figura 15: Arriba pólipo sésil, abajo pediculado.

Las lesiones en alfombra son aquellas localizadas con frecuencia en el colon derecho, y que recubren extensas áreas, manteniendo una morfología aplanada, descritas por Galdino y Yee (95).

Los divertículos pueden confundirse en las imágenes 3D con los pólipos, si bien, según Macari et al (92) se pueden diferenciar en el anillo de sombra que lo rodea, que en el primero es completo, mientras que en el pólipo es incompleto. Si persiste la duda, la proyección 2D suele ser aclaratoria. (Figura 16)

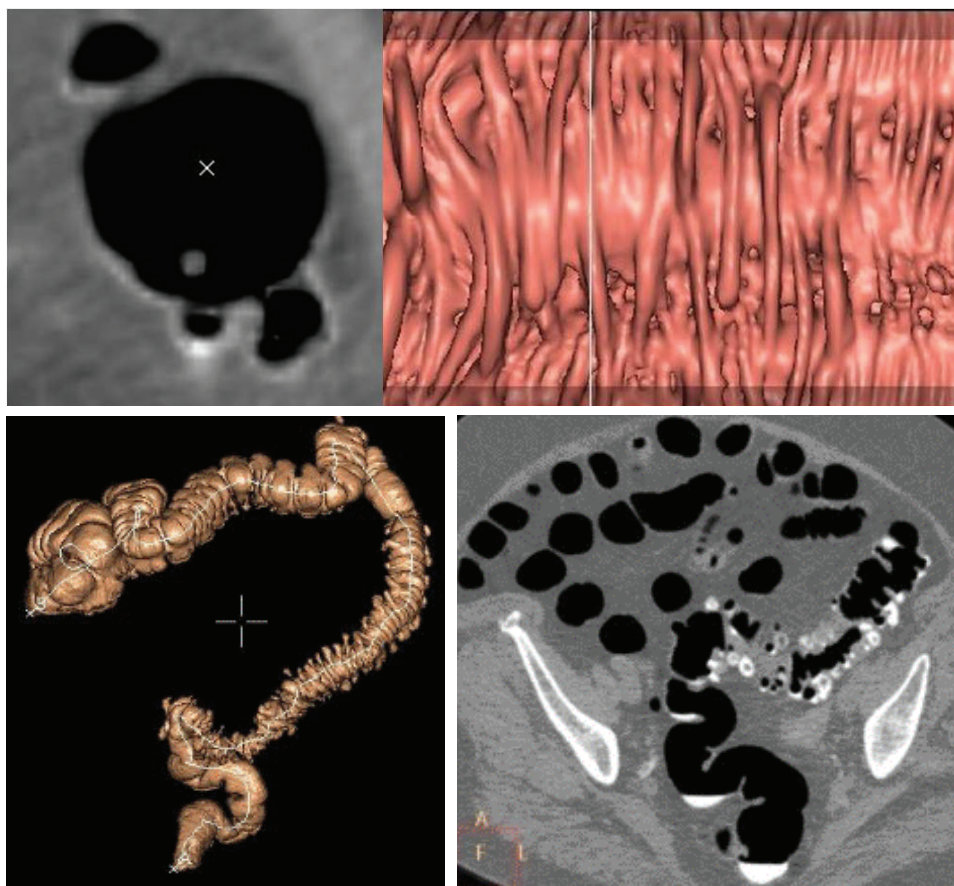


Fig 16. Imágenes 2D y 3D del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital de Valme donde se observan múltiples divertículos.

Silva et al (63) describen la variabilidad de aspecto que puede tener el carcinoma colorrectal en la CTC:

- La típica imagen en corazón de manzana que condiciona estenosis concéntrica es frecuente en pacientes sintomáticos. (Figura 17-19)
- Engrosamiento focal de parte de la circunferencia del haustra
- Lesión sésil (Figura 20)
- Lesión plana: En este tipo de lesiones, la superficie de la misma es superior a su altura en más del 50%, siendo la altura máxima de 3mm.

Dada la morfología más sutil los tres últimos tipos de lesiones, éstas son difíciles de diagnosticar, siendo una de las causas de falsos negativos según los estudios de Macari y Fidler (92, 96), sin embargo son el aspecto que acostumbran a tener los cánceres en pacientes asintomáticos, o bien las lesiones sincrónicas o metacrónicas en pacientes en los que se ha diagnosticado un cáncer.

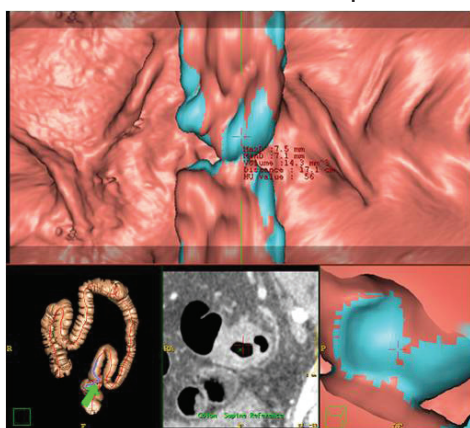


Fig. 17. Imagen de carcinoma de colon. La imagen 3D muestra la lesión marcada con el programa de detección automática (CAD), abajo la imagen 2D muestra la lesión concéntrica. Hospital de Valme.

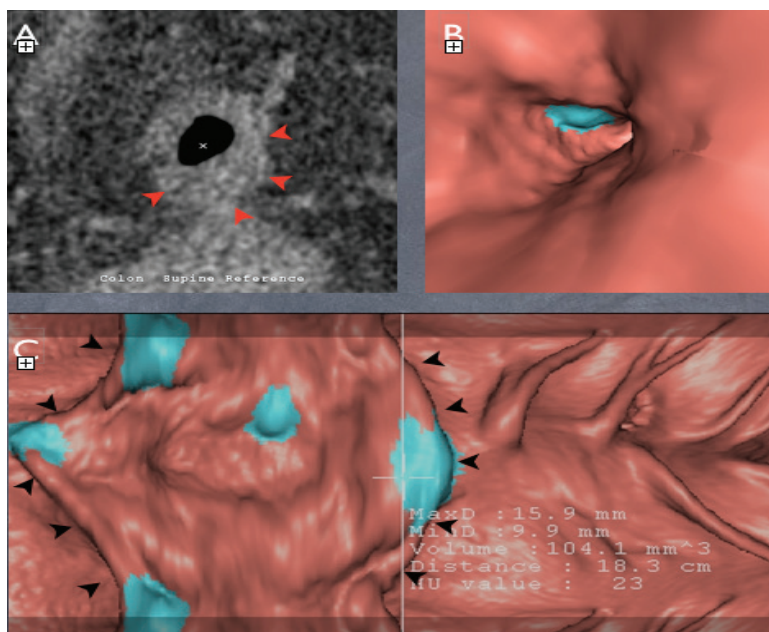


Fig. 18: Adenocarcinoma visualizado como estenosis irregular concéntrica. A: CTC en proyección 2D donde se aprecia el engrosamiento mural (cabeza de flechas). B: Navegación 3D endoluminal con CAD identificando la lesión estenosante, marcada con color azul. C: Proyección 3D en malla con CAD coloreando de azul áreas de la lesión estenótica. Se observa la pérdida del patrón de pliegues normal en el colon, con un aspecto nodular irregular (cabeza de flechas). Imagen del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital de Valme

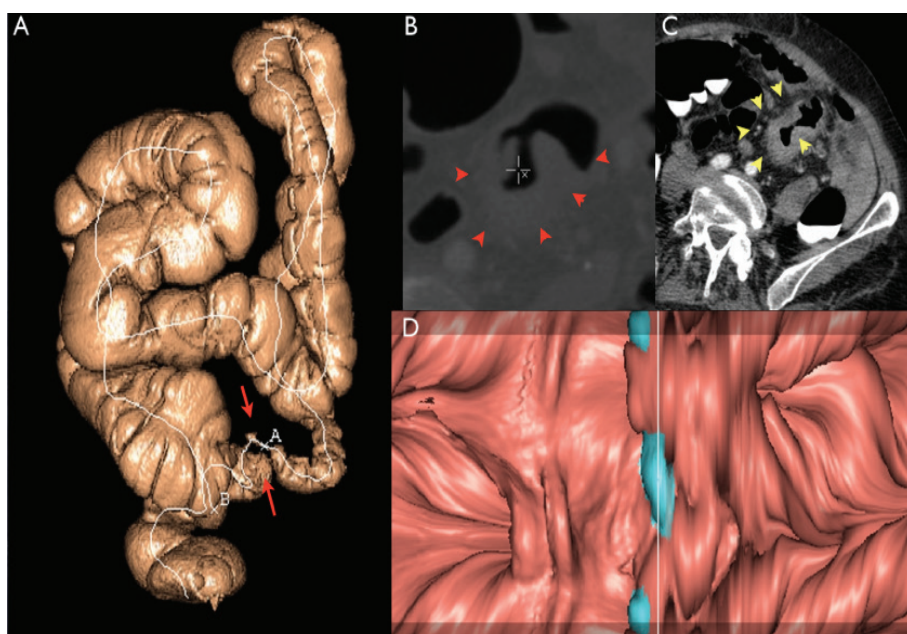


Fig. 19: Adenocarcinoma estenosante de sigma. A: Luminograma 3D donde se observa estenosis irregular en “corazón de manzana” (flechas). B: Proyección 2D a nivel de la neoplasia, con engrosamiento irregular de su pared (cabezas de flecha). C: Corte axial convencional, visualizándose la estenosis concéntrica (cabezas de flecha). D: Proyección 3D en malla con CAD donde se observa la pérdida de la morfología normal del colon en la mitad izquierda de la imagen por la falta de distensión luminal. Imagen del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital de Valme.

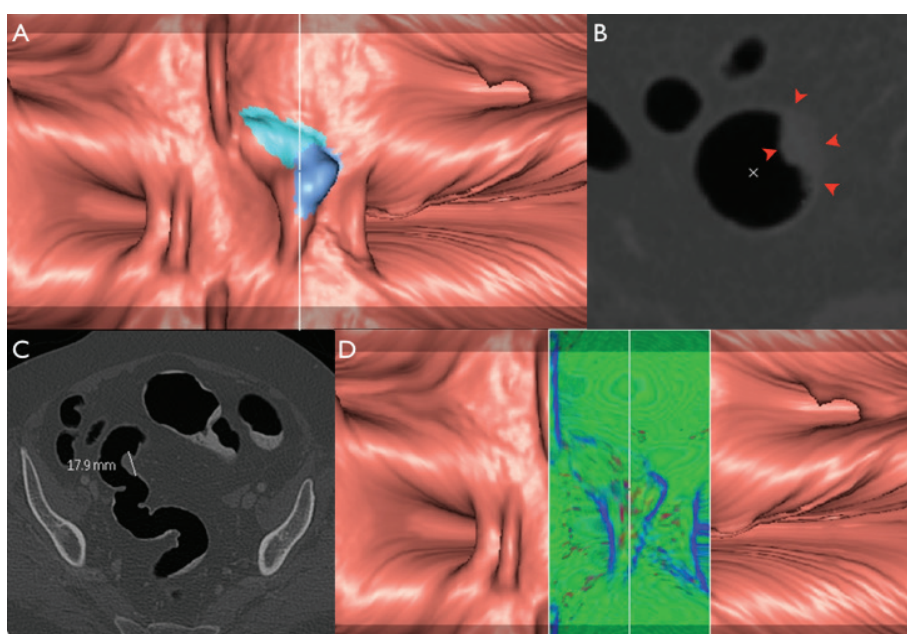


Fig. 20: Carcinoma de sigma con morfología de pólipo sésil. A: Proyección 3D en malla con CAD que marca lesión polipoidea de 18 mm de diámetro cuya base se encuentra en un pliegue. B: Proyección 2D donde se observa la morfología polipoidea de la lesión (cabeza de flechas). C: Imagen axial convencional donde se aprecia la protrusión hacia la luz del carcinoma. D: Visión en translucencia, donde se asigna a determinados rangos de UH un color. El punteado rojo indica la posibilidad de lesión tumoral. Imagen del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital de Valme

1.7.7.2 Errores diagnósticos en la CTC

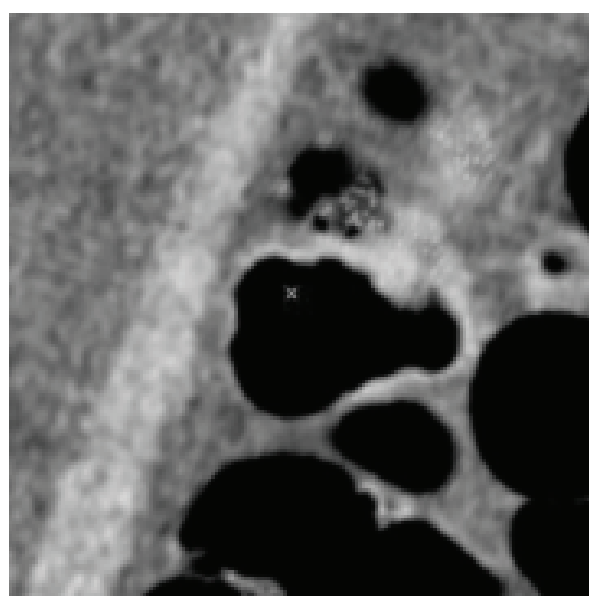
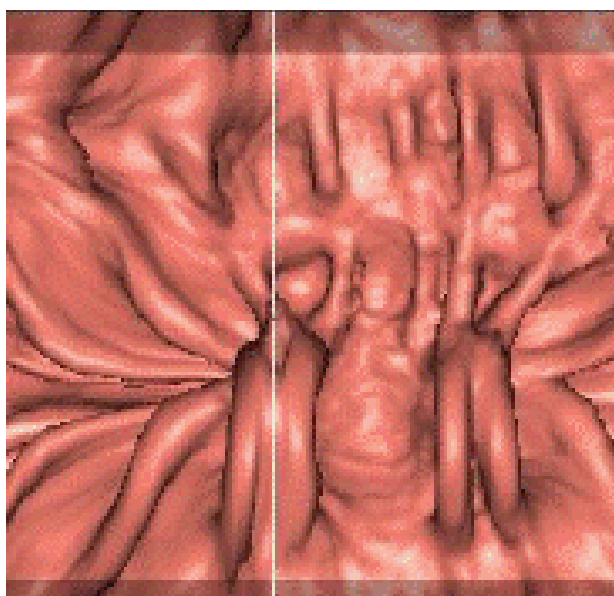
Entre las lesiones que pueden inducirnos a error y simular pólipos, según el grupo de Pagés Llinás (56), debemos referir los restos fecales que no se han marcado con la preparación oral, algunas haustras parcialmente distendidas o engrosamientos focales de pliegues.

Como se comentó anteriormente, en estudios sin marcaje de heces o con tinción subóptima, los pólipos pedunculados y los restos fecales pueden confundirse debido a su movilidad y a la presencia de gas acumulado en la base del pedículo.

Como mencionamos anteriormente, es importante también tener en cuenta la morfología de la válvula ileocecal, que puede a veces crear confusión ya que protruye hacia la luz. Normalmente se encuentra localizada en la pared medial del ciego. Según Macari (92) podemos seguir la navegación hasta el íleon terminal para confirmar que se trata de la válvula el defecto de repleción que observamos. Normalmente contiene tejido adiposo en su interior, lo que la hace más fácil de diferenciar. En la colonoscopia virtual puede tener tres tipos de apariencia:

- labial: la válvula se localiza entre los pliegues superior e inferior
- papilar: en forma de cúpula
- mixta: mezcla de ambas

En el caso de lesiones estenosantes, las causas más frecuentes de confusión que Silva et al (63) describen son los segmentos escasamente distendidos así como la presencia de restos fecales. También la diverticulosis de larga evolución puede ocasionar estenosis crónicas difíciles de diferenciar de las provocadas por neoplasias.



Imágenes que pueden simular lesiones, se trataba de haustras prominentes por colon escasamente distendido. Imagen del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital de Valme.

1.7.7.3 Medición de las lesiones

El tamaño sigue siendo el criterio en el que se basa la estratificación del riesgo de lesiones neoplásicas y su detección mediante CTC como describen Bond y Johnson (99,100) Las principales sociedades europeas y americanas (ESGAR y ACR) abogan por medir el diámetro mayor de la lesión. Debe tenerse en cuenta que en los pólipos pediculados sólo debe medirse la cabeza, y no el pedículo, según expone Dummers (105). La medición lineal exacta de pólipos no es tan sencilla como podría parecer. Algunos artículos advierten sobre una discrepancia en lesiones medidas en la colonoscopia óptica y en la Colonografía TC, así como discrepancias en la localización de la lesión (100) Además existe cierta controversia sobre si es mejor la medición del pólipo en la lectura 2D o 3D, según algunos autores como Pickhardt (103) la medición 3D es la que mejor se aproxima a la medida de la colonoscopia óptica. Sin embargo otros defienden que la medición 2D, que siempre debería optimizarse entre las proyecciones MPR, tiende a infravalorar el tamaño del pólipo, mientras que la proyección endoluminal 3D puede sobrevalorarlo. Por consiguiente, estos autores consideran útil tener ambas determinaciones en cuenta antes de decidir sobre un valor final (103) En el caso de realizarse en 2D, la ventana debe ser de -500 UH (56), además debe ajustarse una ventana que permita diferenciar el pólipo de la pared del colon de la grasa mesentérica, como se mencionó anteriormente debe utilizarse la ventana de partes blandas que ayuda a caracterizar mejor las lesiones sobre todo en el caso de lesiones planas como indica Winawer (106).

Aunque las mediciones automáticas parecen eliminar las diferencias intra e inter-observador, todavía no han sido validadas de forma suficiente y por el momento no pueden sustituir a las mediciones manuales. Según Pickhardt (104) en el futuro, la evaluación del volumen de pólipos podría desempeñar una función más destacada porque es un mejor indicador de la masa de tejidos blandos real presente y es más sensible en la detección de cambios de intervalos (104)

1.7.7.4 Localización de las lesiones

Las lesiones deben localizarse en uno de los seis segmentos: Recto, sigma, ascendente, transverso, descendente y ciego. No se recomienda incluir las flexuras hepática ni esplénica como segmentos separados (91), ya que a menudo es difícil correlacionar el punto de flexura visualizado en la CTC con el observado en la colonoscopia convencional, por lo que se podría dejar sólo para aquellos casos en los que el endoscopista haya referido estos términos. En el informe radiológico se debe describir tamaño, morfología, localización y densidad de la lesión tal y como se recoge en la tabla elaborada por el Grupo de Trabajo de la Colonoscopia Virtual (91).

Lesion Size (mm)—For lesions 6 mm or larger, the single largest dimension of the polyp head (excluding stalk if present) on either multiplanar reconstruction (MPR) or 3D views. The type of view employed for measurement should be stated.

Morphology

- Sessile—broad-based lesion whose width is greater than its vertical height
- Pedunculated—polyp with separate stalk
- Flat—polyp with vertical height less than 3 mm above surrounding normal colonic mucosa

Location

- Refer to named standardized colonic segmental divisions: rectum, sigmoid colon, descending colon, transverse colon, ascending colon, and cecum.

Attenuation

- Soft-tissue attenuation
- Fat

Tabla 1. Descripción de lesiones. Tomada del Grupo de Trabajo de la Colonoscopia Virtual (91).

1.7.7.5 Clasificación de las lesiones y recomendaciones en el manejo: C-RADS:

El grupo de trabajo de la colonoscopia virtual integrado ha sistematizado la lectura de las lesiones detectadas en CTC en una clasificación conocida como C-RADS (Tabla 1)

• Lesiones diminutas

El estudio de CTC se considera negativo cuando no se identifican pólipos o sólo se observan lesiones diminutas (< 6 mm). Hay varios motivos para considerar esto, entre ellos la limitada capacidad de la CTC y de la colonoscopia convencional para la detección de lesiones de este tamaño o menor como describen Pickhardt, Yee o Rex (21,108,109), pero sobre todo su escasa relevancia clínica. Este tipo de lesiones presenta una lenta tasa de crecimiento, teniendo en cuenta que la probabilidad de que un pólipo sea maligno está directamente relacionada con su tamaño, el que riesgo para lesiones de 5 mm o menores se estima en menos del 1% según Rex, Shinya y Williams (109-111). Además la mayoría de los pólipos de este tamaño son de tipo hiperplásico, que no está relacionado en la secuencia adenoma-carcinoma. (110,113).

Por todo ello, la presentación de informes lesiones diminutas que son de importancia clínica cuestionable puede generar una ansiedad indebida en los pacientes y médicos que han efectuado la derivación como revelan Bond, Kim y Pickhardt (113-115), así como dar lugar a una frecuencia indeseable de diagnósticos falsos positivos.

• Lesiones Intermedias:

Los pólipos de entre 6 y 9 mm también son casi siempre benignos, aproximadamente el 30% de los pólipos no son adenomas (118,119). Además de los adenomas de 6-9 mm, un 95% -97% no presenta displasia de alto grado (120). Como ya se ha comentado anteriormente la probabilidad de que una lesión de este tamaño presente características histológicas de carcinoma invasivo es menor del 1% y la tasa de crecimiento de los pólipos es por lo general baja (113).

Por tanto Zalis et al proponen (91) para los pacientes sin factores de riesgo para el desarrollo

de carcinoma colorrectal (por ejemplo, no posean un familiar de primer grado con antecedentes de carcinoma colorrectal, o aquellos sin antecedentes personales de adenomas avanzados o carcinoma), es razonable recomendar un intervalo de vigilancia cuando se detectan uno o dos lesiones de 6-9-mm. Los datos prospectivos para definir el óptimo intervalo de vigilancia todavía no han sido adquiridos para la CTC. Sin embargo, publicaciones con experiencia con colonoscopia de seguimiento (117,121,122) observaron la lenta tasa de crecimiento de los pólipos, incluso algunos presentaron regresión espontánea, por lo que este grupo sugiere que la vigilancia de pólipos intermedios puede demorarse hasta 3 años, aunque también reconoce que el seguimiento de las lesiones intermedias será individualizado sobre la base de varios factores, incluyendo edad del paciente, sexo, comorbilidad y la práctica local, ofreciendo al paciente la posibilidad de remitirle a colonoscopia para polipectomía.

Se sugiere la vigilancia de pólipos intermedios, aunque también reconoce que el seguimiento de las lesiones intermedias será individualizado sobre la base de varios factores ofreciendo al paciente la posibilidad de remitirle a colonoscopia para polipectomía.

- **Múltiples lesiones intermedias**

Los pacientes con tres o más pólipos adenomatosos sincrónicos tienen un mayor riesgo de desarrollo de adenomas avanzados (106,118). Por ello se recomienda la remisión a colonoscopia para polipectomía de pacientes con tres o más pólipos de tamaño intermedio, en presunción de que todas las lesiones detectadas son los adenomas. Si la evaluación histológica de las lesiones reseadas revela que ninguno era un adenoma avanzado y el paciente no tiene otros factores de riesgo para el desarrollo del carcinoma colorrectal, la probabilidad de desarrollar un adenoma avanzado en menos de 3 años es de aproximadamente 3% (106,118).

- **Lesiones de 1 cm o más y masas del colon**

Los pacientes con lesiones de 1 cm o más deben derivarse a la colonoscopia. Aproximadamente 10% -25% de estas lesiones demuestran o displasia de alto grado o carcinoma (117,118). Para la detección de masas en el colon la sensibilidad y la especificidad de la Colonografía por TC ambos se aproximan al 100% (123,124)

Además de describir la presencia y la ubicación de lesiones de colon, el informe de la colonografía por TC debe incluir una evaluación global del colon, basado en la calidad de examen y la importancia clínica de colon lesiones. En la Tabla 2, se representa el sistema de clasificación de los hallazgos en CTC y recomendaciones de actuación propuesto por el grupo de trabajo de la colonoscopia virtual (C-RADS): (91)

- **Categoría C0:**

Se define como un examen inadecuado, en el que la interpretación de los resultados no es posible debido a limitaciones técnicas o por falta de estudios previos que se requieren para la comparación. El radiólogo no se puede excluir la presencia de pólipos de 1 cm o más grandes, debido a, por ejemplo, el colapso de todo un segmento del colon. En cuanto a limitaciones técnicas tanto la preparación intestinal incompleta (que conduce a una gran cantidad de residuos de materia fecal) y la insuficiente insuflación del intestino (que provoca colapsos segmentarios) puede limitar

el rendimiento de la colonografía por TC (100). Exámenes categoría C0 son limitados a efectos de evaluación del cáncer de colon, se recomienda la adopción de nuevas medidas basadas en la existencia de limitaciones técnicas, falta de examen previo o factores del paciente.

- **Categoría C1:**

Se define como un examen con ausencia de anomalías que aumenten el riesgo de desarrollar carcinoma colorrectal. Los ejemplos incluyen un examen normal examen o un examen que revela lesiones no neoplásicas como divertículos o un lipoma.

En la categoría C1 los factores técnicos permiten el examen adecuado de la mucosa del colon entero. Como se mencionó anteriormente, se recomienda 6 mm como límite para la presentación de los pólipos.

- **Categoría C2:**

Denota un examen en el que se identifican uno o dos pólipos de 6-9-mm. Se recomienda un examen a los 3 años para documentar la evolución del tamaño del pólipo, sujeta a las circunstancias de cada paciente, así como se ofrece la posibilidad de remisión para colonoscopia con polipsectomía según circunstancias individuales como la edad del paciente, las comorbilidades y la preferencia en la práctica. Si se opta por vigilancia y se demuestra crecimiento de las lesiones en el examen de seguimiento, debe considerarse la resección endoscópica. La categoría C2 también incluye la posibilidad de encontrar hallazgos indeterminados siendo el estudio técnicamente correcto, con lo que el radiólogo no puede excluir la existencia de pólipos mayores o iguales de 6 mm. En este caso se puede sugerir también realizar un examen de seguimiento en un intervalo de 3 años o en un periodo más corto si ello aumenta la confianza del lector.

- **Categoría C3:**

Incluye pacientes con tres o más lesiones sincrónicas de tamaño intermedio (6-9 mm), así como pacientes con pólipos de 1 cm o mayores. Los pacientes con tres o más lesiones sincrónicas de tamaño intermedio (6-9-mm) deben ser remitidos para endoscopia, ya que si todas estas lesiones son adenomas, estos individuos tienen un mayor riesgo de desarrollar adenomas avanzados (106,120). La probabilidad de que una lesión de 1 cm o más contenga displasia de alto grado o carcinoma es del 10% -25%, ya que el riesgo está relacionado directamente con el tamaño de la lesión.

Por tanto, en ambas situaciones, debe indicarse resección endoscópica para extirpar la lesión o lesiones. En casos en los que la colonoscopia no es posible, por ejemplo, cuando una estenosis impide el paso de un colonoscopio se decidirá la siguiente actuación de forma individualizada según las características del paciente y en colaboración con el médico petionario, las opciones incluyen la vigilancia frecuente con CTC o la resección quirúrgica.

- **Categoría C4:**

Se refiere a los exámenes en los que se detecta una masa de aspecto maligno. La colonografía por TC puede al mismo tiempo proporcionar información relativa a la presencia de adenopatías y metástasis a distancia, también permite la detección de lesiones sincrónicas (125). De acuerdo a la

modificación de Dukes (98) y la clasificación TNM los radiólogos deben informar sobre la presencia de extensión extracolónica de la masa, la infiltración pericolónica de la grasa puede indicar invasión local más allá de la pared intestinal, la presencia de adenopatías y las metástasis a distancia.

Tabla 1. Clasificación de hallazgos en CTC y recomendaciones de manejo, elaborada por el *Working Group on Virtual Colonoscopy* y conocida como C-RADS:

- C0: Estudio inadecuado/en espera de comparación con CTC previas: Preparación inadecuada: no pueden excluirse lesiones ≥ 1 cm debido a la presencia de residuo Insuflación inadecuada: uno o más segmentos colapsados en las dos series de imágenes En espera de estudios previos para comparar.
- C1: *Colon normal o lesiones benignas*. Recomendación: continuar rutina de cribado (cada 5-10 años); No se observan anomalías en el colon No hay pólipos de ≥ 6 mm Lipoma o divertículo invertido Lesiones no neoplásicas (por ej. divertículos).
- C2: *Pólipos de tamaño intermedio o hallazgos indeterminados*. Recomendación: seguimiento (puede retrasarse a los 3 años aunque sujeto a circunstancias individuales) o colonoscopia: Pólipos de tamaño intermedio de 6-9 mm en número inferior a 3 Hallazgos indeterminados no pueden excluirse pólipos ≥ 6 mm en estudios técnicamente correctos.
- C3 *Pólipo, posible adenoma avanzado*. Recomendación: colonoscopia: Pólipos de ≥ 10 mm ≥ 3 pólipos, cada uno de 6-9 mm de tamaño.
- C4 *Masa en colon, aspecto de malignidad*. Recomendación: consulta con cirugía. Lesión que compromete la luz colónica o que muestra invasión extracolónica.

1.7.8 Indicaciones de la Colonografía - TC:

- Colonoscopia óptica incompleta

Completar el estudio del colon tras una colonoscopia óptica o convencional incompleta es una indicación aceptada de forma unánime (48). Actualmente, esta es la indicación más habitual para la realización de una Colonografía TC (CTC) según Neri et al (123).

Como mencionamos anteriormente entre un 5-10% de las colonoscopias convencionales no pueden finalizarse por causas diversas (56): molestias del paciente, bucles, tortuosidad, diverticulosis, adherencias, hernias o neoplasias estenosantes. Se han realizado estudios en estos pacientes como los de Neerincx (149) determinado que hasta el 4.3% de las neoplasias no fueron diagnosticadas en la colonoscopia al ser incompleta, observándose sólo en estudios de imagen adicionales.

Cuando no es posible realizar una colonoscopia convencional completa se puede recurrir a dos posibilidades: Enema opaco (EO) o la CTC. Diversos autores como Neri, Soria o Campillo (123, 126, 127), han realizado estudios que demuestran que la CTC es más eficiente para confirmar la presencia de pólipos que el EO al hallar en sus resultados mayor sensibilidad y especificidad por lo que proponen dejar el EO para cuando la CTC sea insatisfactoria. Dados los excelentes resultados de varios estudios en los que se hallaron sensibilidad y especificidad similar a la colonoscopia convencional, sobre todo en pólipos mayores o iguales a 1 cm, se aconseja crear protocolos de colaboración entre el endoscopista y el radiólogo para completar los estudios de colonoscopia óptica incompleta (56).

Algunos autores proponen realizar el estudio en el mismo día aprovechando la preparación colónica, sin embargo esto supondría renunciar al marcaje fecal y dado que la preparación es cómoda de realizar, muchos autores recomiendan realizarla de forma diferida.

- Evaluación del colon proximal a una lesión obstructiva

Recordemos que la técnica de elección para el estudio del cáncer colorrectal (CCR) es la colonoscopia convencional. Cuando no es posible realizarla completa por la existencia de un tumor estenosante que impide el paso del endoscopio, la CTC permite estudiar el resto del colon buscando pólipos o tumores sincrónicos. También permite realizar la estadificación local y a distancia del tumor, lo que modificará la técnica quirúrgica, por lo que es la indicación para estos casos (56).

El estudio preoperatorio de todo el colon en pacientes con CCR estenosante está justificado por la presencia de un cáncer sincrónico en un 1,5-9% de los casos o pólipos sincrónicos en un 27-55% según estudios como los de Barialli (129) y Francésc (130). La no detección de un CCR sincrónico conlleva peor pronóstico y mayor morbimortalidad, debido a la necesidad en ocasiones de una segunda intervención quirúrgica. La evaluación preoperatoria del colon ha demostrado disminuir la recidiva local, la probabilidad de desarrollar metástasis y tener una mayor supervivencia libre de enfermedad. Por tanto, es fundamental explorar bien el colon previo a la cirugía en pacientes con CCR distal estenosante (130). Los métodos usados habitualmente en estos casos son la colonoscopia y el enema opaco. La aparición de la CTC ha contribuido a aumentar los recursos de pruebas con las que explorar el colon en esta situación. Estudios como los de Fenlon (131) han demostrado que la CTC es un método efectivo para la evaluación de todo el colon en pacientes con neoplasia colorrectal oclusiva.

Se han realizado estudios como los de Campillo-Soto et al (127) comparando la CTC con el enema opaco de doble contraste (EODC) en la evaluación del paciente con una neoplasia colorrectal distal estenosante y hallando resultados concordantes con estudios previos, con una elevada sensibilidad y especificidad de la CTC para la detección de pólipos, principalmente mayores o iguales a 10 mm. En el análisis por paciente, la sensibilidad para la detección de pólipos fue del 85,7% para la CTC y del 23,5% para el EODC, con una especificidad de ambas técnicas superior al 95%. No hubo diferencias en relación con los efectos secundarios. Sin embargo, al no haber neoplasias sincrónicas en su serie, no es posible determinar el valor añadido de la CTC frente al EODC en este aspecto. Los autores concluyen que la CTC es una técnica más precisa que el EODC, siendo una exploración bien tolerada, y se recomienda la inclusión de la CTC en los protocolos asistenciales de evaluación del CCR estenosante (127). Además, la detección de pólipos sincrónicos permitiría identificar a los pacientes que se benefician de una colonoscopia temprana tras la cirugía. Neri et al (123) hallaron una sensibilidad de la CTC del 100% para detectar cánceres colorrectales tras una colonoscopia incompleta, y del 86% para pólipos de tamaño superior a 6 mm. En el trabajo de Mc Arthur (150) la CTC detectó todos los cánceres obstructivos y el 83,3 % de las lesiones mayores o iguales a 1 cm. Ante estos resultados se concluye que el hecho de tener mayor precisión que el enema opaco, tanto para la detección de pólipos como para la detección de CCR, hace que pueda ser de ayuda para mejorar el tratamiento quirúrgico y el manejo posterior. Además

se ha descrito que permite establecer con mayor precisión la localización del tumor primario (56, 133), un hecho especialmente importante para un correcto planteamiento quirúrgico.

La CTC puede ser considerada una técnica alternativa para la valoración del colon cuando no ha sido posible hacer una CC completa, ya que con ella se consigue hacer una valoración exhaustiva del resto del colon y, además la realización simultánea de una tomografía computarizada abdominal con contraste para explorar el resto de la cavidad abdominal aporta información sobre las estructuras y la enfermedad extracolónica permitiendo mejorar el estudio y efectuar al mismo tiempo la estadificación de la neoplasia en estos pacientes, lo que contribuye a tomar una actitud terapéutica más adecuada (123).

- Seguimiento del cáncer colorrectal

La CTC puede constituir una técnica útil para el seguimiento oncológico de los pacientes operados de cáncer colorrectal. La colonoscopia convencional sólo es capaz de detectar las recidivas con afectación mucosa, que constituyen una proporción baja del conjunto de recidivas locales. La CTC detecta, además, las recidivas locales extramucosas y las posibles metástasis a distancia (hepáticas, peritoneales, ganglionares y pulmonares), constituyendo una única prueba capaz de detectar todos los tipos de recidiva del cáncer colorrectal (56).

- Contraindicaciones de colonoscopia óptica

En pacientes con comorbilidad importante, especialmente cardiopatías y neumopatías graves, con mala tolerancia al decúbito prolongado y a la distensión abdominal, la indicación de la CTC como prueba de diagnóstico inicial también está aceptada (56). También en casos en pacientes con contraindicación a la colonoscopia óptica: anticoagulación o riesgo de sedación.

- Pacientes que se nieguen a realizarse una colonoscopia óptica

En situaciones en las que está indicada la realización de una colonoscopia con finalidad diagnóstica pero el paciente se niega a realizársela, puede ser alternativa (56)

- Seguimiento de pacientes con cáncer colorrectal intervenido

Es una opción muy completa ya que si se emplea contraste intravenoso en una única prueba se obtiene un estudio endoluminal del colon para descartar neoplasias metacrónicas y además se explora toda la cavidad abdominal para descartar recidivas extraluminales y enfermedad a distancia (56).

Deben pasar algunos meses antes de realizarla en un paciente con resección colónica. Puede realizarse a través de la colostomía debiendo insertar con cuidado el catéter e insuflando el globo de retención a media capacidad y cuando el catéter haya sobrepasado el estoma como indica Choi (152) Sin embargo, existen limitaciones para el estudio endoluminal con CTC ya que puede existir una distensión subóptima en pacientes con hemicolectomía derecha por paso del

aire a intestino delgado . Además la evaluación de la anastomosis puede verse dificultada por la existencia de pólipos inflamatorios que simulan recidivas neoplásicas, no obstante, estas lesiones granulomatosas son indistinguibles también por colonoscopia óptica de una recidiva local, y requieren biopsia (152).

Las recomendaciones actuales de la American Cancer Society y la US Multisociety Task Force (153) no contemplan la CTC en el seguimiento de los pacientes intervenidos de cáncer colorrectal, indicando que la colonoscopia óptica debe ser la exploración que se realice en los controles. Sin embargo, la triple utilidad descrita de la CTC con contraste hace que pueda ser una indicación aceptada en el futuro (56).

- La Colonografía- TC (CTC) en el paciente anciano sintomático

En un paciente con posibles síntomas de un cáncer colorrectal, la exploración indicada es la colonoscopia óptica. No obstante, recientemente han surgido algunos estudios como los de lafrate o Halligan (154, 155) donde se valora su utilidad en pacientes sintomáticos de edad avanzada. En este grupo concreto lo primordial es descartar el cáncer colorrectal, para lo que la eficacia diagnóstica de la CTC es cercana al 100%, siendo secundaria la detección de pólipos intermedios o pequeños. Por otra parte, sabemos que los síntomas de cáncer colorrectal son a menudo inespecíficos y pueden ser producidos por otras patologías que incluyan cánceres no colónicos, por lo que el estudio completo de la cavidad abdominal que permite la CTC es de gran utilidad. También son los pacientes de mayor edad los más susceptibles de presentar complicaciones en la colonoscopia óptica. Si además la preparación empleada en la CTC no se basa en catárticos, más razón aún para considerarla

- Cribado del cáncer colorrectal

Es la indicación que causa mayor controversia y sobre la que hay un mayor número de estudios publicados. Hay un amplio consenso internacional sobre la necesidad del cribado del cáncer colorrectal (CCR) en varones y mujeres con edad igual o superior a 50 años, sin antecedentes personales ni familiares de adenomas ni CCR ya que el cáncer de colon es un cáncer sobre el que pueden adoptarse medidas de prevención resecano los pólipos adenomatosos que son, en la mayoría de los casos, sus lesiones precursoras.

El principal problema es el desacuerdo entre las distintas guías de cribado sobre cuál es el mejor método. En el 2003, la Unión Europea extendió la recomendación de implantar el cribado del CCR mediante la prueba de detección de sangre oculta en heces (SOH) a la población entre los 50 y los 74 años. El 70% de los estados miembros están implantando un programa, pero hay una gran heterogeneidad. En España se recomienda la SOH con periodicidad anual o bienal a una población diana entre 50 y 69 años. Actualmente, algunas comunidades autónomas desarrollan programas piloto y están en la fase de extensión del programa a toda la población. Otras muchas comunidades han anunciado el inicio de programas en el corto plazo como indica el Programa de Cribado del CCR en la población de riesgo medio de la Union Europea (135).

Existen recientes estudios como los de Johnson, Pickhardt y Kim (21, 22, 114) que muestran los excelentes resultados, seguridad y rentabilidad de la Colonografía TC como screening para el cáncer colorrectal. La sociedad Americana del Cáncer (American Cancer Society, ACS) aprobó la Colonografía TC como una de las posibles herramienta para screening en 2008 (137, 156). El documento fue redactado junto con el American College of Radiology (ACR) y la US Multisociety Task Force, y divide a las posibles técnicas de cribado en aquellas que detectan básicamente el cáncer (pruebas de sangre oculta en heces) y aquellas que detectan pólipos y cáncer (colonoscopia, sigmoidoscopia, enema opaco con doble contraste y CTC). Esta aceptación era ineludible ante los excelentes resultados de la CTC en poblaciones de cribado obtenidos por el grupo de Pickhardt y el ACR (21,22), y la ACS considera que la CTC es comparable a la colonoscopia óptica en la detección de cáncer y pólipos de tamaño significativo. La ACS aconseja realizar la CTC en el cribado con una periodicidad de 5 años, a diferencia de la colonoscopia, que es de cada diez, básicamente por no poder disponer todavía de datos sobre los cánceres de intervalo –aquellos que aparecen en el período entre dos exploraciones– en CTC. El algoritmo diagnóstico de los autores se fundamenta en categorías de tamaño del pólipo y es semejante al propuesto por el Working Group on Virtual Colonoscopy (91) Después del cribado de más de 4.000 adultos asintomáticos en el UWHC, la tasa de CTC positivas de los autores en el umbral de 6 mm se ha mantenido constante en torno al 12% (139) Una comparación directa de los programas de CTC y colonoscopia óptica en el UWHC revela que las tasas de detección de adenomas avanzados son semejantes (140). El número de polipectomías practicadas para obtener el mismo número de adenomas avanzados es menor con la CTC primaria que con la colonoscopia óptica primaria siendo considerablemente menor el número de complicaciones. Esta comparación para algunos autores es una prueba sólida de que la CTC casi representa un filtro mínimamente invasivo eficaz y eficiente para identificar la lesión, objetivo real del cribado del cáncer colorrectal (114). Una variable determinante en los diferentes estudios realizados hasta el momento es el tamaño de las cohortes de individuos examinados. Los estudios iniciales incluyeron sólo pacientes con alto riesgo de patología colónica, mientras que los estudios más recientes han evaluado a cohortes de riesgo promedio y alto o los dos. Por ello algunos estudios han variado en cuanto a sus resultados y muchos grupos como la Sociedad Americana de Gastroenterología (145) recomiendan prudencia a la hora de dar datos concluyentes y seguir realizando estudios como indica Pickhardt (141) para aportar más información Por tanto, aunque es indudable el valor de la CTC en la detección del CCR, en la bibliografía se aprecia controversia sobre su utilidad como técnica de cribado poblacional en adultos asintomáticos, se están abordando temas complejos, que deben ser discutidos entre los diferentes grupos de especialistas para poder llegar a un consenso.

Entre las causas de dicha disparidad, son temas candentes la no lectura de pólipos inferiores a 5mm por CTC y la actitud ante los pólipos de tamaño 6-9mm, con la posibilidad de control. La adopción de unos umbrales razonables de tamaño de los pólipos es un requisito esencial para el éxito final del cribado mediante CTC (138). Hay consenso general en que normalmente se encuentra justificada una colonoscopia óptica inmediata para practicar una polipectomía en todos los pólipos grandes (> 10 mm) detectados en un cribado mediante CTC. Según la experiencia de los autores como Pickhardt en el UWHC, se observa un pólipo o masa grande en alrededor de 1 de cada 20 adultos de riesgo «normal» que se someten a cribado (139). Dado que la mayor parte de estas lesiones resultan ser adenomas avanzados que representan el objetivo de la prevención del cáncer,

los riesgos de someterse a una polipectomía probablemente son superados por el potencial maligno de estas lesiones de mayor tamaño. Sin embargo, existe controversia en los pólipos de tamaño medio (6-9 mm). Un estudio de CTC de cribado se considera positivo cuando se detectan todas las lesiones de 6 mm o más, lo que representa cerca del 12% de los adultos asintomáticos, según la experiencia de los autores. Aunque a todos los pacientes con lesiones de tamaño medio (6-9 mm) se les ofrece una colonoscopia óptica con polipectomía, los pólipos inferiores a 1 cm prácticamente nunca son malignos y sólo rara vez son histológicamente avanzados según autores como Kim (140). Sin embargo, sigue sin estar claro si el riesgo neoplásico intrínseco de un pólipo de tamaño medio detectado en una CTC supera los riesgos asociados a una polipectomía colonoscópica (138). Algunos autores como Pickhardt (141) recomiendan la opción de vigilancia mediante CTC a corto plazo, basándose en la idea de que la mayoría de las lesiones deberían permanecer estables o involucionar con el tiempo.

Estudios recientes (13) recomiendan ser cautos a la hora de determinar qué hacer con un pólipo menor de 9 mm y mayor de 6 mm, ya que aunque el tamaño es la más importante consideración del riesgo de neoplasia, también existe riesgo de cáncer de colon según otros factores como número de pólipos, morfología (sésil, pediculado o plano) e histología (grado de displasia). Además de los factores dependientes de la lesión también existen factores de riesgo según la población de estudio. Otros argumentos que surgen contra la CTC son su baja sensibilidad para las lesiones planas (si bien habría que definir primero qué se considera lesión plana, con una misma definición para todas las técnicas) y el desconocimiento relativo de las consecuencias de la irradiación. La sensibilidad y técnica óptima de visualización de lesiones planas (no polipoides) mediante CTC no está bien establecida como indicant Robbins o Park (143, 144) y la importancia de las lesiones aplanadas en poblaciones occidentales, sigue siendo desconocida, no hay suficientes estudios que determinen la probabilidad de que una lesión plana contenga alto grado de displasia, incluso los resultados de los estudios no aportan conclusiones definitivas (145). La detección de pólipos menores a 5 mm no ha sido, por lo general, uno de los objetivos de los estudios de CTC, cuya interpretación de este tipo de hallazgos probablemente estaría plagada de una pobre sensibilidad y una especificidad inaceptable. Aún más, el riesgo, tanto de cáncer como de displasia severa en los pólipos con estas dimensiones, es con mucho menor de 1%, y la presencia de elementos vellosos infrecuente según Matek (146). Por tanto, el estudio de CTC se considera negativo cuando no se identifican pólipos o sólo se observan posibles lesiones diminutas (< 5 mm) ya que estos hallazgos carecen de importancia clínica y su mención específica puede generar una ansiedad indebida en los pacientes y médicos que han efectuado la derivación como indican numerosos autores (136,21, 138,113). A fin de evitar confusiones o falsas pretensiones, los autores afirman que la Colonografía por TC no está diseñada para detectar pólipos diminutos (< 5 mm), cuya presencia o ausencia no modificará el tratamiento clínico del paciente.

Por tanto, la presencia de pólipos iguales o menores de 5 mm no debe ser indicación para realizar colonoscopia con polipectomía, aunque sí podría ser el caso cuando son múltiples (> 3) (145). Por otro lado, en los estudios de seguimiento y vigilancia pospolipectomía, el elemento de predicción más valioso y consistente de la aparición posterior de adenomas avanzados, ha sido la presencia de pólipos múltiples (tres o más) en la colonoscopia inicial, independientemente de su histología. Ningún estudio de CTC ha determinado su capacidad para detectar adenomas

independientemente de su tamaño, en pacientes con tres o más adenomas. De esa forma, la detección de pólipos múltiples como propósito de la CTC sería apropiado para estudios futuros. Algunos artículos como los de James o Ronald (147,148) advierten sobre una discrepancia en lesiones medidas en la colonoscopia óptica y en la Colonografía TC, así como discrepancias en la localización de la lesión. La medición 2D tiende a infravalorar el tamaño del pólipo, mientras que la proyección endoluminal 3D puede sobrevalorarlo. Por consiguiente, autores como Pickhardt (103) consideran útil tener ambas determinaciones en cuenta antes de decidir sobre un valor final. En el futuro, la evaluación del volumen de pólipos podría desempeñar una función más destacada porque es un mejor indicador de la masa de tejidos blandos real presente y es más sensible en la detección de cambios de intervalos (104). Por todo lo mencionado anteriormente, el cribado del cáncer colorrectal mediante CTC es motivo de debate. No hay un consenso unitario. Estudios actuales recomiendan realizar una revisión del tema, basándose en prevalencia, tamaño, histología, morfología e historia natural del cáncer colorrectal asociado a pólipo. Se carece de información sobre el intervalo ideal para realizar esta prueba y no están claros los criterios de polipectomía en el screening del cáncer colorrectal (149).

De este modo, en las guías publicadas por el American College of Gastroenterology (157), figura un orden de preferencia, destacando que la colonoscopia es la técnica indicada, y la CTC sólo una alternativa. En la guía de la U.S. Preventive Services Task Force (158), la CTC incluso ni se recomienda, argumentando que no hay todavía evidencia para considerar sus riesgos y beneficios.

En España, la Guía de Práctica Clínica de Prevención del Cáncer Colorrectal (8) recoge que la CTC presenta muy buenos resultados en la detección de pólipos de tamaño $\geq 6\text{mm}$, pero sostiene que no debe ser considerada en el cribado de cáncer colorrectal mientras no se disponga de más evaluaciones sobre los beneficios, los costes y la aceptabilidad de esta nueva tecnología. La mayoría de trabajos se centran actualmente en crear modelos que simulen si la aplicación de la técnica sería factible, en cuanto a medios e infraestructura tanto tecnológica como de profesionales capacitados. El mayor esfuerzo debe centrarse en crear un programa conjunto de cribado en el que participen todas las áreas comprometidas en el diagnóstico del cáncer colorrectal y se combinen las diferentes técnicas válidas, encontrando el algoritmo más efectivo, sostenible y con mayor adherencia poblacional (56).

1.7.9 Hallazgos extracolónicos:

Se ha comprobado mediante estudios como los de Hara o Rajapksa (159,160) que la CTC es un instrumento útil para identificar datos extracolónicos. Los hallazgos extracolónicos son muy frecuentes en los estudios de CTC, sin embargo, el impacto de estos hallazgos y sus consecuencias sobre la relación costo-efectividad para Yee (161) y Van Damme (145), no ha sido evaluada del todo y se necesitarán estudios subsecuentes para determinar con precisión tanto los costos como los beneficios. Para Hellström y cols (162) la búsqueda e interpretación de estos hallazgos es un dilema ético y legal que debe ser manejado con cautela ya que debe procurarse no extenderse en diagnósticos que no aporten beneficios para el paciente, pudiendo generar ansiedad, exposición a nuevos estudios innecesarios y tener impacto económico negativo, como apuntan Pedersen o Ng

(164,165). Por tanto, el objetivo es identificar patologías de relevancia no sospechadas, que pueden cambiar positivamente la evolución del paciente.

Por otro lado, algunos autores como Tolan (170) defienden la obligación de hacer un análisis completo del estudio e informar sobre la presencia y tipo de hallazgos extracolónicos, ya que de esta forma se podrían hacer estudios de screening combinados para aneurismas aórticos, osteoporosis, esteatosis hepática, nefrolitiasis y score de calcio aórtico. El problema es que la mención de múltiples hallazgos sin importancia puede resultar en un costo adicional en exámenes diagnósticos y un aumento de la morbilidad. Así mismo, Xiong et al (169) describen que pueden provocar ansiedad para el paciente y el aumento de costos, derivados de la utilización de nuevas pruebas, métodos de diagnóstico y exposición a radiación que seguramente va a arrojar un resultado negativo demostrando de que se trata de hallazgos sin importancia.

También hay que tener en cuenta que la técnica se realiza con bajo Kv y sin el uso de contraste intravenoso, lo que limita la calidad del estudio para el análisis extracolónico y esto puede derivar en resultados falsos positivos como negativos. El grupo de trabajo de Zalis and cols (91) proponen un sistema de informe consensuado para los exámenes de CTC, el C-RADS (de las siglas en inglés de “Colonography Reporting and Data System”), donde se presenta una guía para la interpretación de resultados de los exámenes de CTC. Entre los puntos de análisis se hace una especial mención a la interpretación y categorización de los hallazgos extracolónicos, en la denominada clasificación E-RADS (Tabla)

CLASIFICACIÓN E-RADS	
E0	Examen limitado. Comprometido por artefactos; la evaluación de los tejidos extracolónicos está severamente limitada.
E1	Examen normal o variante anatómica. No se observan anormalidades extracolónicas. a. Variantes anatómicas: ej. Vena renal izquierda retroaóptica.
E2	Hallazgos clínicamente sin importancia. No se indican nuevos estudios. Ejemplos: a. Hígado, riñones: quistes simples. b. Vesícula: litiasis sin signos de colecistitis. c. Vértebra: hemangioma.
E3	Hallazgos probablemente sin importancia o de caracterización incompleta. Sujeto a prácticas locales o preferencias del paciente. Se pueden requerir estudios complementarios. Ejemplos: a. Riñón: quiste mínimamente complejo u homogéneamente hiperdenso.
E4	Hallazgos Potencialmente Importantes: comunicarse con el médico peticionario a. Riñón: masa renal sólida. b. Adenopatías. c. Vasos: aneurisma de aorta. d. Pulmón: nódulo parenquimatoso > 1 cm. no uniformemente calcificado.

- Endometriosis con infiltración pélvica profunda

El grupo de van der Wat y cols. (172) proponen la CTC como una herramienta útil a la hora

de diagnosticar afectación del tabique rectovaginal y estructuras pelvianas por la endometriosis, utilizando un protocolo específico, cuyas principales diferencias son:

- Estudio centrado en la pelvis, sin incluir todo el abdomen
- Inserción de tampón vaginal, con el fin de evaluar el tabique rectovaginal
- Se administra contraste intravenoso ocasionalmente, para resolver dudas o bien evaluar el tracto urinario
- No se distiende con aire o mínimamente el recto, para evitar la distorsión del tabique rectovaginal. En caso de insuflar gas, es más recomendable el uso de bomba de CO₂, ya que es menos molesto para la paciente, que tiene una pelvis más sensible que la población normal

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

El cáncer colorectal (CCR) es la segunda neoplasia más frecuente para ambos sexos en los países occidentales. Se ha demostrado que la mayoría de CCR y muertes por dicho cáncer se pueden prevenir mediante la protección, es decir, mediante la búsqueda de lesiones precancerosas.

El adenoma o pólipo adenomatoso denominado “avanzado” es una lesión premaligna que precede, en el 85-90% de los casos, a la aparición del CCR; por lo que la extirpación del adenoma reduce o incluso anula el riesgo de desarrollar este tumor.

La colonoscopia convencional es la técnica de elección para el diagnóstico de las neoplasias colorrectales y precursores, dado que además de detectar estas lesiones, permite obtener biopsias y extirparlas. Sin embargo, hasta un 5-10% no pueden realizarse de forma completa. En este contexto la Colonografía-TC (CTC) emerge como técnica complementaria que permite estudiar todo el colon restante.

Hipótesis:

La Colonografía-TC (CTC) mejora el diagnóstico precoz del carcinoma colorectal (CCR) a través de la detección de pólipos premalignos en aquellos casos en los que la colonoscopia convencional no se haya podido realizar de forma completa.

Objetivos:

El objetivo principal es: Evaluar la utilidad de la Colonografía-TC como método diagnóstico complementario a la colonoscopia convencional cuando ésta es incompleta para la detección de pólipos potencialmente malignos.

Objetivos secundarios:

- Evaluar las causas de colonoscopia óptica incompleta.
- Analizar el porcentaje de pacientes con colonoscopia incompleta y evaluación completa del colon mediante Colonografía-TC.
- Analizar las características de los hallazgos obtenidos en los pacientes a los que se ha realizado Colonografía-TC tras colonoscopia óptica incompleta.
- Caracterizar las lesiones polipoideas obtenidas mediante Colonografía-TC.
- Valorar la existencia de una relación entre el tamaño del pólipo y la posibilidad de degeneración maligna.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1. Líneas de metodología:

3.1.1. Diseño del estudio:

Estudio observacional prospectivo unicéntrico para analizar la utilidad de la Colonografía-TC (CTC) en pacientes con sospecha de carcinoma colorrectal y colonoscopia incompleta.

3.1.2 Criterios de inclusión:

Pacientes con colonoscopia óptica incompleta, incluidos en la vía clínica del carcinoma colorectal y con hallazgos confirmados mediante biopsia.

3.1.3 Criterios de exclusión:

- Pacientes a los que se les resecaron pólipos durante la colonoscopia convencional, al quedar imposibilitada la correlación mediante CTC.
- Pacientes con pólipos detectados mediante CTC derivados a seguimiento según criterio clínico, resultando ser pólipos menores de 1 cm y en función de las características del paciente.
- Pacientes con CTC no valorable

3.1.4 Tamaño muestral:

Entre Marzo de 2011 y Marzo de 2012 se analizaron 400 CTC. De esta muestra inicial se han excluido los pacientes que no cumplían los criterios de inclusión en el estudio, colonoscopia óptica incompleta y pólipos resecados durante la misma (200 pacientes), CTC no valorable (23 pacientes) y pacientes a los que se les detectaron pólipos por CTC y que fueron subsidiarios de seguimiento, por tanto sin confirmación histológica (24 pacientes) quedando un tamaño muestral para el estudio de 153 pacientes.

3.1.5 Centro:

Hospital Nuestra Señora de Valme.

3.1.6 Fecha de realización:

Marzo de 2011 y marzo de 2012

Todos los hallazgos obtenidos por CTC incluidos en este estudio se confirmaron realizando un segundo intento de colonoscopia óptica y en los casos que no se pudo completar se comprobó el hallazgo mediante intervención quirúrgica y estudio anatómo-patológico.

3.2 Protocolo de realización

Entre marzo de 2011 y marzo de 2012 se propone la realización de una Colonografía-TC (CTC) a pacientes con sospecha de pólipos colorrectales (pacientes de alto riesgo o sintomáticos

para el desarrollo de carcinoma colorrectal) que acudieron al Hospital Nuestra Señora de Valme para colonoscopia convencional por vía clínica, pero que ésta fue incompleta por diversas causas que impidieron el paso del endoscopio.

La CTC se realizó en días posteriores a la colonoscopia terapéutica. Todos los pacientes manifestaron por escrito el consentimiento para realizarse la prueba y además se les facilitó una breve explicación e instrucciones del procedimiento por escrito. (Anexo I y Anexo II).

Anexo I

PREPARACIÓN PARA COLONOGRAFÍA-TC (CTC)

La colonografía-TC (CTC) es un escáner del abdomen para el estudio del interior del colon. Su objetivo es detectar pólipos y así contribuir a disminuir el riesgo de cáncer de colon o detectarlo precozmente, para ello se utiliza un aparato de rayos X y se coloca una sonda en el recto a través de la cual se introducirá aire. La prueba tiene una duración de unos 15-20 minutos, a continuación usted podrá hacer vida normal.

Uno de los requisitos para el éxito de la prueba es la preparación previa del colon, así que es necesaria la colaboración de la persona que se somete al examen.

PREPARACIÓN PREVIA:

Tres días antes de la prueba: Día ...

- Dieta sin fibra + 2 litros de agua sin gas.

Dos días antes de la prueba: Día ...

- Dieta sin fibra + 2 litros de agua sin gas.
- Además tomará 7 cc de gastrografín con un vaso de agua, 3 dosis repartidas: Una en la comida, otra en la merienda y otra en la cena.

Un día antes de la prueba: Día ...

- Dieta líquida: No comerá nada, sólo bebida isotónica (Aquarius, o isotónica de otra marca)
- Además tomará 7 cc de gastrografín con un vaso de agua, 4 dosis repartidas: Una en el desayuno, una en la comida, otra en la merienda y otra en la cena.
- Esa noche también deberá ponerse un enema de limpieza (micralax).

El día de la prueba: Día ...

- Acudirá al hospital en ayunas.

IMPORTANTE: Si es usted diabético, hipertenso, mayor de 70 años, tiene insuficiencia renal o insuficiencia cardíaca comuníquelo antes de realizar la preparación para proporcionarle un suplemento dietético.

Si el radiólogo responsable lo considera necesario, se le inyectará por vía intravenosa un contraste que contiene yodo, por lo que es muy importante que nos informe de si es alérgico a este compuesto.

DIETA SIN FIBRA:

No podrá tomar: Pan, verduras, patatas, fruta, salsas, embutidos, leche.

Sí podrá tomar: Zumo de naranja colado, sopas o consomés sin grasas colados, pescados o carnes magras cocidas o a la plancha.

Anexo II**CONSENTIMIENTO INFORMADO CTC**

Con este procedimiento existe un riesgo bajo de:

- Reacción vagal con hipotensión y náuseas
- Dolor cólico abdominal y sensación de gases al expulsar el aire insuflado
- Hay un riesgo bajo de perforación intestinal, descrito en pacientes con patología de colon previa.
- No se garantiza con certeza absoluta la detección de todos los pólipos, ya que la sensibilidad de la prueba no alcanza el 100%.

El paciente D/Dña. _____ Manifiesta haber sido informado de forma comprensible de los riesgos de este procedimiento, con fecha

Firmado

Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Nuestra Señora de Valme

La preparación consistió en que tres días antes de la CTC el paciente realizase una dieta sin residuos (sin fibra), permitiendo alimentos como pescado o carnes magras a la plancha o cocidas, consomés colados y sin grasa, zumo de naranja colado y abundante agua sin gas. Los dos días antes se indicó la toma de contraste oral yodado sin diluir (Gastrografín®) 7 cc (una cucharada sopera) después de cada una de las tres comidas principales con un vaso de agua. El día previo a la prueba realizar una dieta líquida (bebida isotónica preferiblemente) con una cucharada sopera de gastrografín sin diluir en lo que corresponde al horario de cada una de las tres comidas y en la merienda. El día de la prueba el paciente debe acudir en ayunas y se le administra un enema de limpieza monodosis.

A los pacientes intolerantes al yodo o con alergia al mismo, se les suministró una solución oral de sulfato de Bario (BarioTAC®) en la misma dosis.



GASTROGRAFÍN

Laboratorio: Schering España S.A.

Descripción: Diatrizoico ácido 760 mg/1 ml 100 ml solución/suspensión oral

BARIO TAC

Laboratorio: Laboratorios farmacéuticos ROVI S.A.

Descripción: Fórmula magistral uso hospitalario. Bario sulfato no asociado a agentes suspensores 50 mg/5 ml 150 ml

A pacientes diabéticos, hipertensos y mayores de 70 años se les dará de complementos alimenticios de forma enteral (Isosource®).

Antes de realizar la prueba el personal técnico especializado confirma si el paciente realizó la preparación, y pregunta por antecedentes quirúrgicos y motivo de realización de colonoscopia. Se explica brevemente en qué consiste el proceso y se advierte de las molestias que pueda sentir durante su realización.

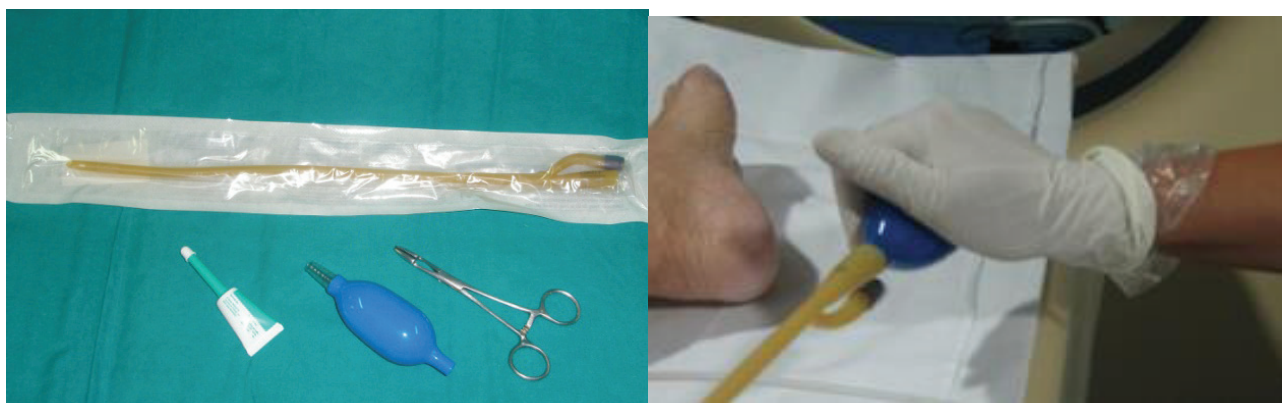
Una vez en la sala de exploración, con el paciente en decúbito lateral se procederá a la introducción de una cánula rectal flexible previamente lubricada e



inspeccionando la zona del ano para valorar existencia de hemorroides.

Se introduce, generalmente, una sonda de Foley de 18 o 20 French con balón de 20-30 cc en la punta y se comprueba que está adecuadamente alojada. Se coloca al paciente en prono y realizamos una insuflación manual mediante bulbo insuflador de hasta 2-3 litros de aire ambiente en el interior del colon (40 o 60 insuflaciones) o bien hasta que el paciente tolere. Se explica al paciente que es normal sentir molestias o dolor especialmente en la administración del último litro de aire.

Recientemente se ha incorporado la insuflación automática de CO₂ administrando 25 mmHg (3 litros de aire desde 1L/min al principio, 2 L/min hasta llegar a 1 L y 3L/min al final) modelo Protocol2I Bracco, si bien en este estudio todos los pacientes se han preparado mediante la insuflación manual.



Sonda de Foley de 20 F con balón de 30 cm³, lubricante y bulbo insuflador.



Bomba de insuflación automática de CO₂ Protocol2I, Bracco

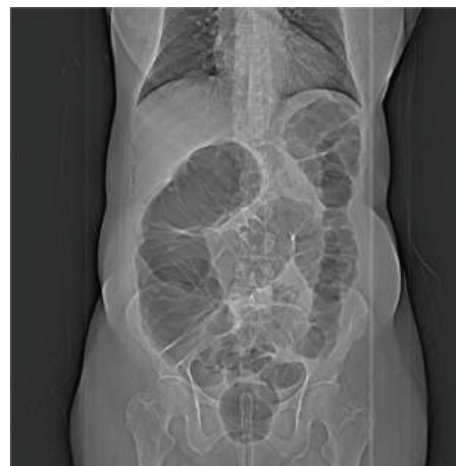
Se realiza un escanograma para comprobar que el colon se ha distendido adecuadamente y planificar los cortes, si todo es correcto se procede a la realización del estudio en supino. Una vez realizado el estudio, y previo a su realización en prono, se realiza un segundo escanograma para valorar distensión. Si fuese insuficiente procederemos a administrar un poco más de aire de forma adicional. En pacientes con cirugía previa el volumen administrado fue menor.

Para la realización de la CTC se utilizó un equipo de Tomografía Computarizada Multidetector de 64 canales (Philips Brilliance). Se realizó una tomografía computarizada helicoidal abdomino-

pélvica con el paciente en decúbito supino, y se obtuvieron imágenes con un grosor de corte de 1.5 mm. Se emplearon programas de baja dosis de radiación, 50 mA y 100 Kv.

A continuación se repitió la exploración con el paciente en decúbito prono, de nuevo se procedió a la insuflación manual mediante bulbo insuflador (5-20 insuflaciones, según tolerancia del paciente), escanograma para comprobar que el colon se había distendido adecuadamente y planificación de los cortes utilizando los mismos parámetros que para el estudio en supino. En pacientes obesos se incrementó los mA con un máximo de 100 a 150 mA.

El valor del pitch fue alrededor de 1, utilizando tiempos de rotación del orden de 0,3-0,5 segundos.



Si la información clínica indica la necesidad de un estudio de extensión por carcinoma colorrectal conocido, la exploración en decúbito supino la realizamos tras la introducción de contraste i.v. (120 cc. de Iomeron® a concentración de 350) e incluiremos tórax y abdomen completo, utilizando entonces de 100 a 150 mA en el estudio en supino.

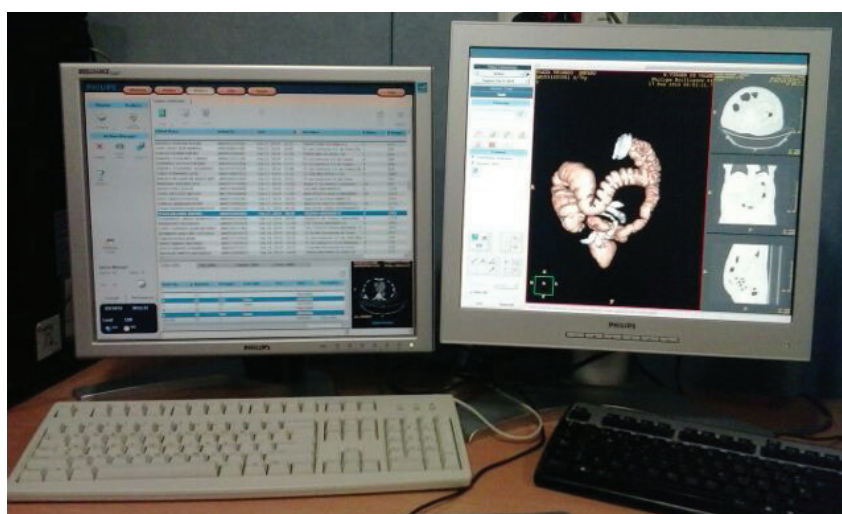


IOMERON

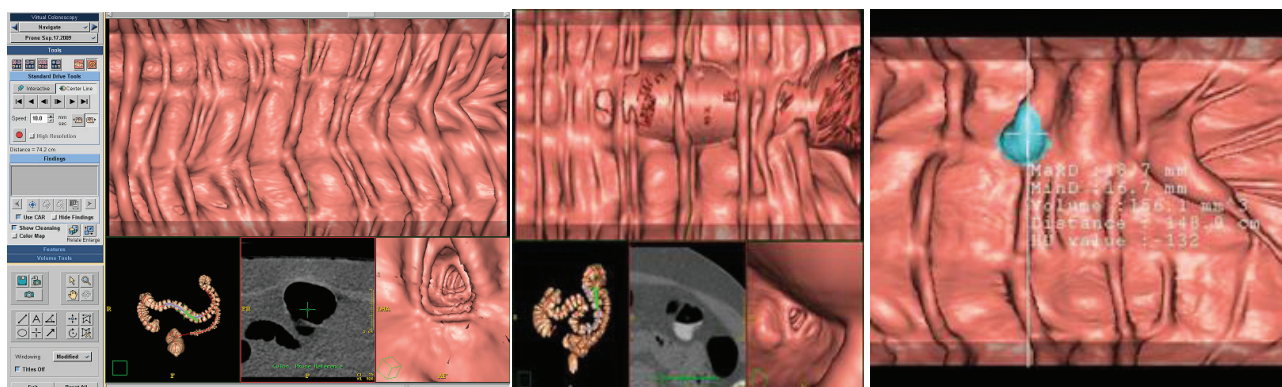
Laboratorio: Laboratorios farmacéuticos ROVI S.A.

Descripción: Iomeprol 714,4 mg/1 ml 1 frasco 500 ml solución acuosa inyectable

Las imágenes se transfirieron a una consola de trabajo y un equipo de radiólogos con experiencia en CTC las evaluó.

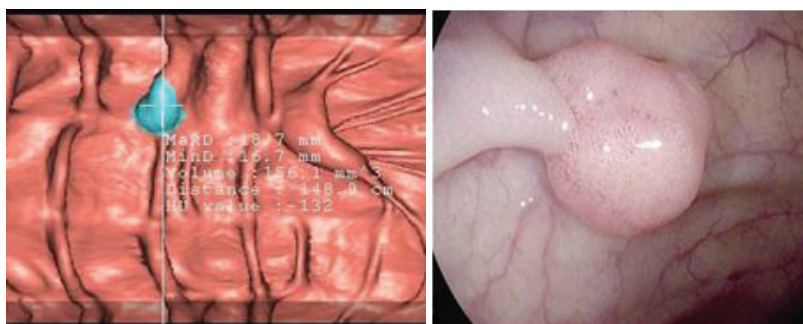


Se realizó una primera lectura 3D utilizando las imágenes obtenidas en supino mediante planos de disección virtual. Cuando se detectaba una posible lesión se comparaba con las imágenes obtenidas en supino mediante planos 2D axiales. Se utilizó un software de eliminación de los restos fecales marcados con contraste (programa Cleansing) contribuyendo a facilitar el estudio sin necesidad del uso de catárticos.



Posteriormente a esta lectura, se utilizó la aplicación CAD (diagnóstico asistido por computadora) de ayuda a la detección de pólipos, que tiñe los posibles pólipos de azul. En una segunda revisión (de imágenes en prono) se utilizó directamente la ayuda del CAD. Finalmente se compararon las imágenes obtenidas en decúbito prono y supino. El tiempo medio utilizado por el radiólogo para evaluar las imágenes en la consola de trabajo fue de 20 min.

Todos nuestros hallazgos se contrastaron con el estudio anatómo-patológico de la pieza extirpada, bien en un segundo intento de colonoscopia óptica o mediante intervención quirúrgica.



3.3 Protocolo de recogida de datos:

Se recogieron los datos demográficos de los pacientes (edad, sexo, antecedentes personales o familiares y posibles factores de riesgo para CCR), y los motivos de colonoscopia óptica incompleta, que los agrupamos en:

- Mala preparación
- Limitación de la técnica: Incluye bucles, angulaciones, tortuosidad, colon redundante (agotamiento del endoscopio), hernias, diverticulosis, estenosis anatómica (bridas).
- Presencia de lesión estenosante: Neoplásica o no.
- Intolerancia a preparación o a la técnica: Incluye dolor y molestias.

En los casos en los que el estudio CTC fuese inadecuado y por tanto no valorable se recogieron los motivos:

- Mala preparación (presencia de abundantes heces)
- Intolerancia a la insuflación
- Falta de distensión.

Los hallazgos que el endoscopista detectó en la colonoscopia incompleta y el radiólogo detectó en la CTC se clasificaron en:

- Normal: Sin hallazgos
- Lesiones benignas: Incluye divertículos, granulomas, focos de endometriosis y lipomas.
- Neoplasia estenosante que impedía el paso del endoscopio.
- Pólipo.



Se recogieron las características de los pólipos identificados mediante colonoscopia óptica incompleta y los identificados tras complementar la colonoscopia con Colonografía-TC: tamaño, localización por segmentos, morfología e histología (presencia de componente vellosa, grado de displasia, presencia de focos de carcinoma).

Se recogió el número de lesiones premalignas (pólipos tipo adenoma avanzado) detectadas con colonoscopia óptica incompleta en exclusiva y las detectadas al añadir Colonografía-TC posterior.

Los datos recogidos fueron tratados estadísticamente.

3.4 Metodología de análisis estadístico:

Tras una depuración inicial de los datos, las variables cuantitativas se resumieron con medias y desviaciones típicas, o bien con medianas y percentiles P25 y P75 en caso de distribuciones asimétricas, y las variables cualitativas con porcentajes.

Para contrastar si hay cambios en el grado o tipología de los hallazgos según COI y COI+CTC se realiza la prueba de McNemar-Bowker, extensión de la de McNemar para más de dos categorías de respuesta.

Para comparar medias de variables cuantitativas entre dos grupos independientes se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Así mismo, en caso de muestras relacionadas se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Las diferencias de medias o medianas significativas se cuantificaron con intervalos de confianza al 95%.

El análisis de los datos se realizó con el programa estadístico IBM SPSS 20.0 para Windows.

3.4.1 Pruebas estadísticas utilizadas para analizar los hallazgos detectados por ambas técnicas

Se describieron las características de los hallazgos detectados mediante ambas modalidades. Se comparó el número de pacientes con lesiones detectadas mediante colonoscopia óptica incompleta (COI) y el número de pacientes con lesiones detectadas al añadir la Colonografía-TC como complemento (COI+CTC), para ello se empleó la prueba de McNemar-Bowker.

3.4.2 Pruebas estadísticas utilizadas para analizar las lesiones premalignas (pólipos tipo adenoma avanzado) detectados por ambas técnicas

Se describieron las características de los pólipos detectados mediante ambas modalidades y las de los pólipos tipo adenoma avanzado detectados.

Se comparó el número de pacientes con lesiones premalignas detectadas mediante colonoscopia óptica incompleta y el número de pacientes con lesiones premalignas detectadas tras añadir la Colonografía-TC como complemento. Se evidenció así el número de pacientes con lesiones premalignas perdidas al realizar colonoscopia incompleta exclusivamente, para lo que se empleó la prueba de Wilcoxon.

Se procedió igual para comparar el número de lesiones premalignas detectadas mediante colonoscopia óptica incompleta y el número de lesiones premalignas detectadas al añadir la Colonografía-TC a la colonoscopia incompleta, evidenciando el número de lesiones premalignas perdidas al utilizar colonoscopia incompleta de forma aislada.

3.4.3 Pruebas estadísticas utilizadas para analizar las lesiones premalignas (pólipos tipo adenoma avanzado) detectados por ambas técnicas en pacientes con carcinoma colorectal estenosante

Se valoró la capacidad de la Colonografía-TC en casos de pacientes con carcinoma colorectal estenosante. Para ello se evaluó el número de pacientes de este grupo con lesiones premalignas detectadas mediante colonoscopia óptica incompleta y el detectado tras añadir la Colonografía-TC de forma adicional. Se empleó la prueba de Wilcoxon para obtener el número de pacientes de este grupo con lesiones premalignas perdidas al realizar colonoscopia incompleta exclusivamente.

Del mismo modo se evaluó el número de lesiones premalignas detectadas con colonoscopia óptica incompleta en exclusiva y las detectadas al añadir Colonografía-TC. Se analizó el número de lesiones premalignas perdidas al realizar colonoscopia incompleta exclusivamente.

3.4.5 Pruebas estadísticas utilizadas para valorar la relación entre el tamaño del adenoma y la presencia de focos de adenocarcinoma

Se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para valorar la relación entre el tamaño del adenoma y la presencia histológica de focos de carcinoma, al ser una distribución asimétrica se utilizaron medianas de tamaño.

3.4.6 Pruebas estadísticas utilizadas para valorar la relación entre el tamaño del adenoma y la presencia de componente vellosa

Se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para valorar la relación entre el tamaño del adenoma y la presencia de componente vellosa o tubular, al ser una distribución asimétrica se utilizaron medianas de tamaño.

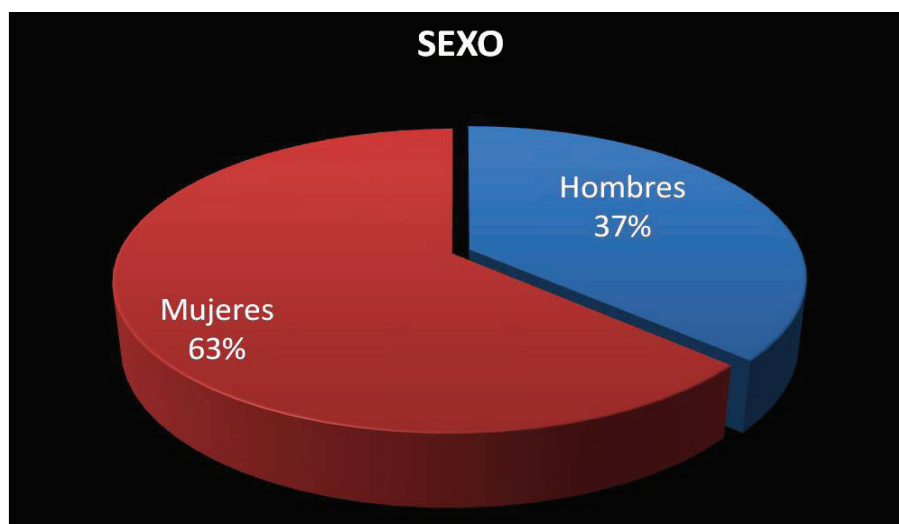
3.4.7 Pruebas estadísticas utilizadas para valorar la relación entre el tamaño del adenoma y el grado de displasia

Se valoró la relación entre el tamaño del adenoma y el grado histológico bajo, moderado o alto de displasia, para ello se empleó la prueba de Kruskal-Wallis utilizando medianas de tamaño.

4. RESULTADOS

4.1 Análisis Descriptivo

De los 153 pacientes incluidos en el estudio 97 fueron mujeres (63,3%) y 56 hombres (36,7%), presentando una edad media de 63 años (rango entre de 26-86 años).

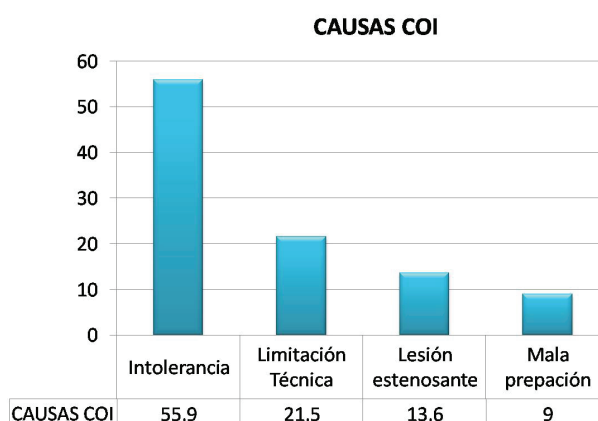


4.1.1 Causas de colonoscopia óptica incompleta (COI):

Se analizaron las causas por las que la colonoscopia óptica realizada a estos pacientes resultó ser incompleta, obteniendo como principal causa la intolerancia a la técnica (55,9 % de los pacientes), debido a desaturación, molestias o dolor (sobre todo pacientes con cirugía previa). Esto se debió al uso de midazolam y fentanilo, fármacos que actualmente han sido sustituidos por sedación con propofol.

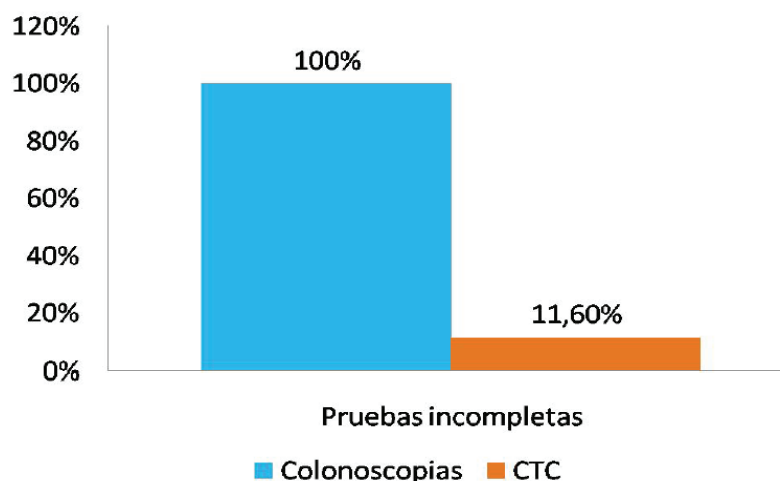
A esta causa le seguían otras como la limitación de la técnica (21,5%) debido a tortuosidad del colon, bucles, angulaciones, bridas, agotamiento del endoscopio por colon redundante, hernias y marcada diverticulosis.

La tercera causa que impidió su realización completa fue la existencia de una lesión estenosante que impedía el paso del endoscopio (13,6%), y la última causa fue una insuficiente preparación del colon (9%).



4.1.2 Causas de Colonografía-TC (CTC) no valorable:

De los 200 pacientes inicialmente analizados hubo un 11,6% de CTC no valorables, por lo que quedaron excluidas del estudio, frente al 100% de la CO que no fueron valorables por no completarse. Por tanto, en un 88,4% de los pacientes se pudo evaluar el colon de forma completa utilizando la Colonografía-TC como método de imagen adicional.



De 200 pacientes analizados inicialmente hubo un 11,6% de CTC no valorables de forma completa, frente al 100% de la CO que no fueron valorables por no completarse.

Del 11,6 % de las Colonografías-TC inadecuadas, la principal causa fue la mala preparación del colon por falta de limpieza (80%), seguido de una insuficiente distensión de ciertos segmentos colónicos (15%), mientras que el número de pacientes que no toleraron la prueba fue mínimo (5%).

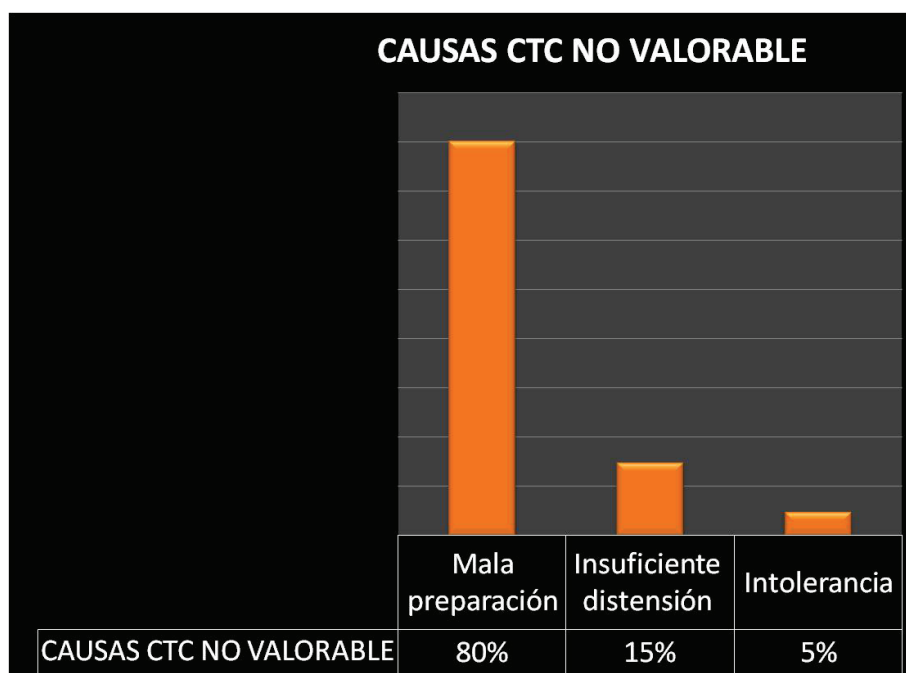


Gráfico 4. Gráfico de columnas que muestra las causas de Colonografía-TC no valorables en el estudio.

4.1.3 Pacientes con hallazgos mediante colonoscopia óptica incompleta (COI):

De los 153 pacientes estudiados, en 96 casos (62,7%) la porción del colon valorada por el endoscopista resultó ser normal.

En 30 pacientes se detectaron lesiones benignas (19,6%), entre las que se incluyeron que se incluyeron divertículos, lipomas, granulomas y focos de endometriosis. En 22 pacientes (14,4%) se detectaron neoplasias y en 5 pacientes (3,3%) se detectaron pólipos.

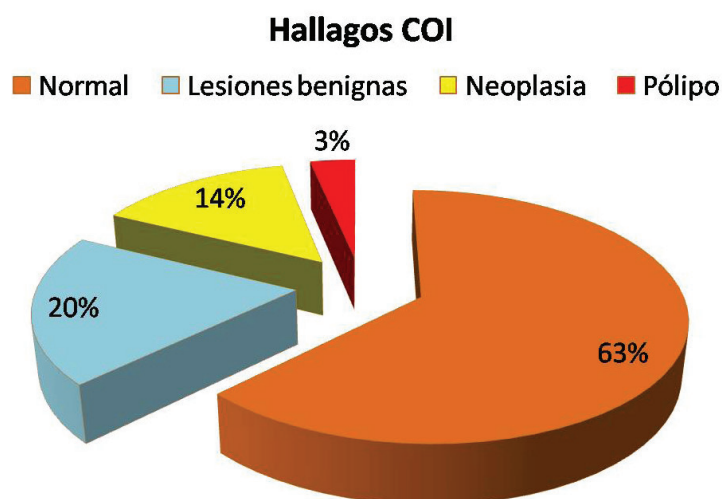


Gráfico 5. Gráfico circular que muestra los hallazgos detectados mediante colonoscopia óptica incompleta.

4.1.4 Pacientes con hallazgos mediante Colonografía-TC (CTC):

Dentro de los pacientes con CTC valorables, en 59 pacientes no se detectó ningún hallazgo (38,6%). De las restantes, en 46 pacientes (30%) se detectaron lesiones benignas (miscelánea), en 24 pacientes se detectaron neoplasias (15,7%) y pólipos en 24 pacientes (15,6%).

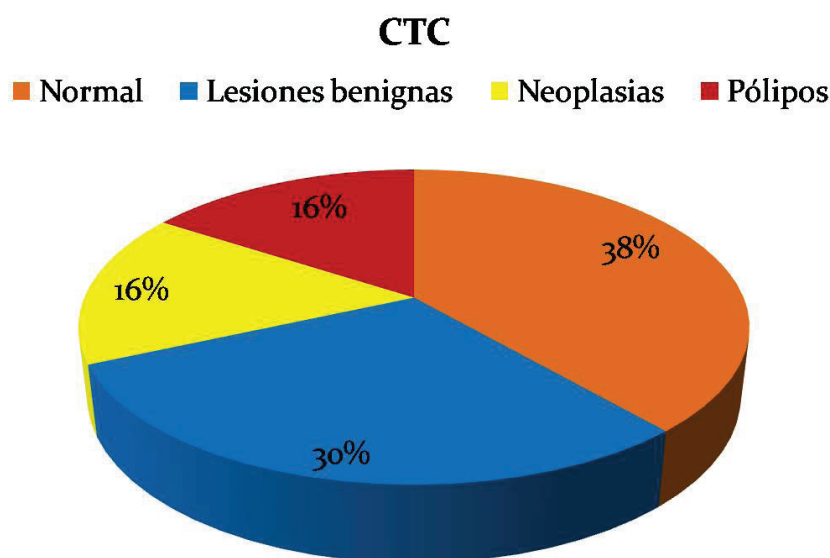


Gráfico 6. Gráfico circular que muestra los hallazgos detectados mediante Colonografía-TC.

En otros 24 pacientes del total de CTC realizadas, se detectaron pólipos menores de 9 mm que por decisión clínica fueron remitidos a vigilancia, por lo que no se confirmaron histológicamente, motivo por el que se han excluido del estudio.

4.1.5 Análisis de los pólipos

En los 153 pacientes estudiados se han detectado un total de 35 pólipos mediante CTC y 2 mediante colonoscopia incompleta. De estos 35 pólipos, 26 cumplían criterios de adenomas avanzados (AA), por tanto el 74,3% de los pólipos eran premalignos. El resto fueron pólipos de tipo hiperplásico o bien adenomatosos con displasia de bajo grado o arquitectura tubular.

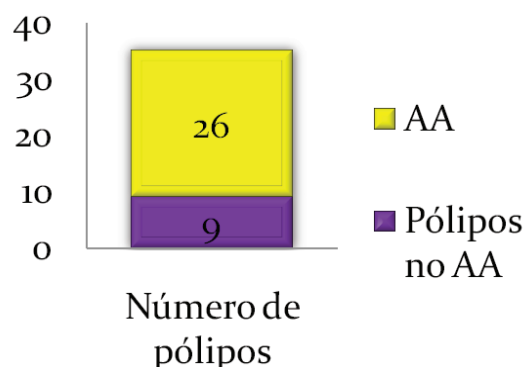


Gráfico 7. Gráfico de columna apilada que representa el número de pólipos tipo adenoma avanzado que se detectaron dentro de todos los pólipos hallados.

4.1.6 Características de los pólipos tipo Adenoma Avanzado

- Localización

La localización predominante de los adenomas avanzados fue colon descendente (37,1%), seguido de cerca por un 33,3% en colon ascendente, 11,1 % en el recto, 11,1% en colon transverso y 7,4 % en la válvula ileo-cecal.



Gráfico 8. Localización predominante del adenoma avanzado en el estudio.

- Morfología

Se analizó la morfología de los adenomas avanzados: un 59,3 % era de morfología sésil y

un 40,7% pediculados



Gráfico 9. Morfología predominante del adenoma avanzado en el estudio.

- Tamaño

En cuanto a su tamaño, al ser una distribución asimétrica, la media fue de 2,5 cm y la mediana de 1,1 cm.

- Histología

En la revisión histológica se observó que un 14,8% habían desarrollado focos de adenocarcinoma

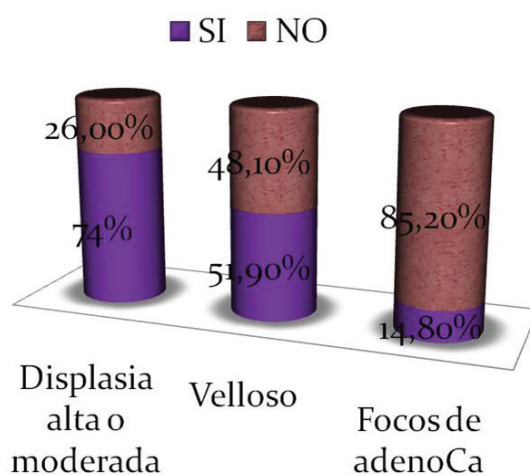


Gráfico 10. Histología del adenoma avanzado en el estudio. Se representa el grado de displasia, componente velloso y presencia de focos de adenocarcinoma.

invasivo, un 51,9% tenían componente velloso y la mayoría (74%) tenían un grado alto o moderado de displasia.

4.2 Análisis Inferencial

4.2.1 Análisis de los pacientes con hallazgos detectados por ambas técnicas:

Se realiza la prueba de McNemar-Bowker, obteniendo que el número de pacientes con lesiones (lesiones benignas, neoplasias y pólipos) que detectan ambas técnicas combinadas (COI+CTC), es

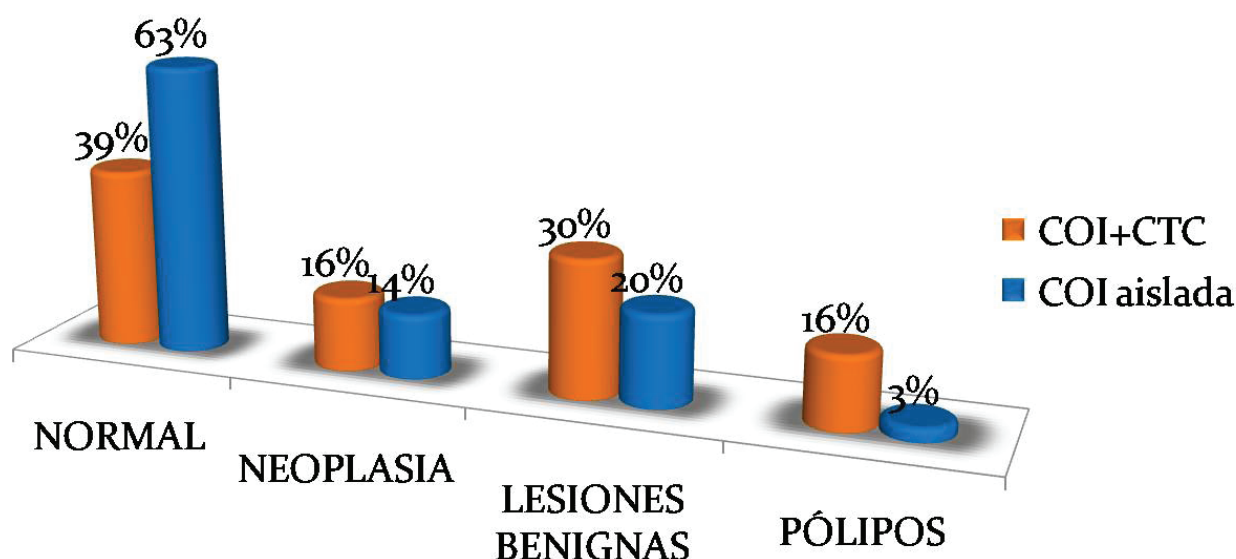


Gráfico 11. Gráfico de columnas agrupadas que muestra el porcentaje de pacientes con hallazgos de todo tipo detectados por la colonoscopia óptica incompleta (COI aislada) y por colonoscopia óptica incompleta añadiendo la Colonografía-TC (COI+CTC). Se agruparon en pacientes con pruebas normales (sin hallazgos), pacientes con neoplasias, con lesiones benignas y con pólipos.

mayor al número de pacientes a los que se le detectaron lesiones con colonoscopia incompleta (COI aislada), alcanzando significación estadística ($p = 0,0001$).

4.2.2 Análisis de los pacientes con lesiones premalignas (pólipos tipo adenoma avanzado) detectados por ambas técnicas:

Los pacientes con pólipos tipo adenoma avanzado detectados por colonoscopia óptica incompleta (COI aislada) fueron 2 (1,3 %) y los que se detectaron añadiendo la Colonografía-TC a la colonoscopia incompleta (COI+CTC) fueron 19 pacientes (12,4%).

Hubo 2 adenomas avanzados detectados por colonoscopia incompleta y 26 adenomas avanzados detectados al añadir la Colonografía-TC.

Mediante la prueba de Wilcoxon se demuestra que el número de pacientes con adenomas avanzados que detectan ambas técnicas combinadas (COI+CTC) es superior al número de pacientes con adenomas avanzados que detecta la colonoscopia incompleta aislada (COI aislada), alcanzando significación estadística ($p = 0,0001$).

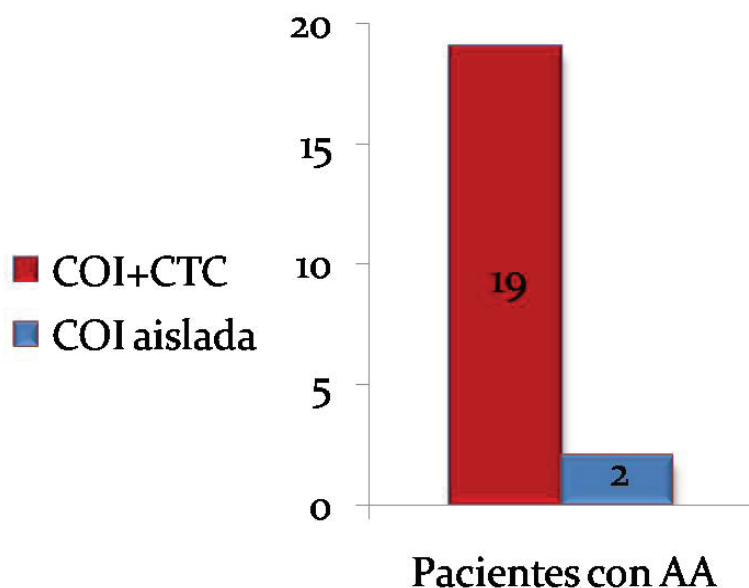


Gráfico 12. Análisis de pacientes: Gráfico de columnas agrupadas que muestra el número de pacientes con adenomas avanzados (AA) detectados por la colonoscopia óptica incompleta (COI aislada) y por colonoscopia óptica incompleta añadiendo la Colonografía-TC (COI+CTC).

4.2.3 Análisis de las lesiones premalignas (pólipos tipo Adenoma Avanzado) detectados por ambas técnicas.

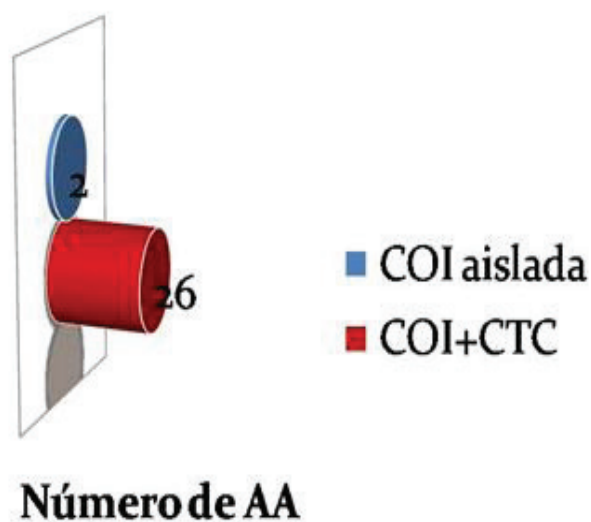


Gráfico 13. Análisis de lesiones: Gráfico de barras que muestra el número de adenomas avanzados (AA) detectados por la colonoscopia óptica incompleta (COI aislada) y por colonoscopia óptica incompleta añadiendo la Colonografía-TC (COI+CTC).

De los 153 pacientes se detectaron 2 adenomas avanzados por colonoscopia incompleta y 26 adenomas avanzados al añadir la Colonografía-TC.

4.2.4 Análisis de los pacientes con Carcinoma Colorectal (CCR) estenosante:

En 21 pacientes (13,7%), la causa de colonoscopia incompleta fue la presencia de un carcinoma colorectal estenosante (CCR) que impedía el paso del endoscopio. En ellos no se detectó ninguna lesión sincrónica mediante colonoscopia óptica incompleta (0% mediante COI aislada), y añadiendo la Colonografía-TC a la colonoscopia incompleta se detectaron 10 pacientes con adenomas avanzados (6,5% mediante COI+CTC).

Estos pacientes conformaban un 52,6% de todos pacientes con adenomas avanzados del estudio.

No se detectó ningún pólipo mediante la colonoscopia incompleta, sin embargo con la combinación de ambas técnicas se detectaron hasta 21 adenomas avanzados, debido a la presencia de adenomas múltiples.

Todos los pacientes con pólipos múltiples (66,7%) pertenecían al grupo de pacientes con carcinoma colorrectal estenosante, detectando hasta 4 adenomas avanzados sincrónicos en el mismo paciente.

Se realiza la prueba de Wilcoxon obteniendo un mayor número de pacientes con adenomas avanzados en casos de CCR estenosante al añadir la Colonografía-TC (COI+CTC), que con la colonoscopia incompleta (COI) aislada; con una significación de 0,000 ($p=0,0001$).

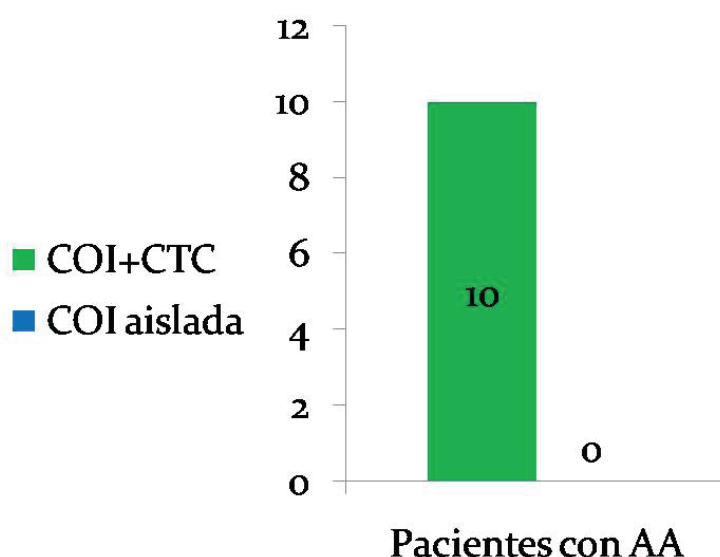


Gráfico 14. Análisis de pacientes: Gráfico de columnas agrupadas que muestra el número de pacientes con CCR estenosante que presentan adenomas avanzados (AA) detectados por la colonoscopia óptica incompleta (COI aislada) y por colonoscopia óptica incompleta añadiendo la Colonografía-TC (COI+CTC).

4.2.5 Análisis de los Polipos Tipo Adenoma Avanzado detectados por ambas técnicas en pacientes con Carcinoma Colorectal (CCR) estenosante

No se detectó ningún pólipo mediante la colonoscopia incompleta, sin embargo con la combinación de ambas técnicas se detectaron hasta 21 adenomas avanzados, debido a la presencia de adenomas múltiples.

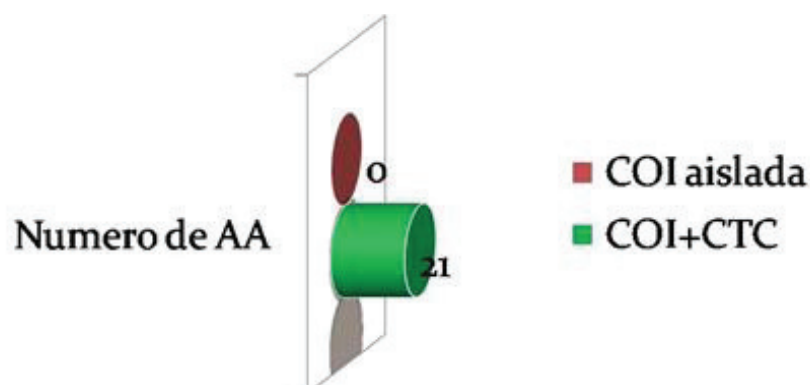


Gráfico 15. Análisis de lesiones: Gráfico de barras que muestra el número de adenomas avanzados (AA) detectados por la colonoscopia óptica incompleta (COI aislada) y por colonoscopia óptica incompleta añadiendo la Colonografía-TC (COI+CTC) en pacientes con CCR estenosante.

4.2.6 Relación entre el tamaño del adenoma y presencia de focos de adenocarcinoma

Se valorará la relación entre el tamaño del adenoma y la presencia de focos de adenocarcinoma. Debido a que se trataba de una distribución asimétrica se utilizó la mediana de tamaño, que fue de 11 mm para los adenomas avanzados y de 37,5 mm para los adenomas que habían desarrollado focos de adenocarcinoma. Utilizando la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney se muestra un mayor tamaño para el adenoma con focos de carcinoma que para el adenoma sin focos ($p=0,041$).

ADENOMA	Mediana 11 mm
ADENOMA CON FOCOS DE ADENOCARCINOMA	Mediana 37,5 mm

Gráfico 16. Tabla que muestra el tamaño del adenoma y el del adenoma con focos de adenocarcinoma en el estudio.

4.2.7 Relación entre el tamaño del adenoma y componente vellosa

Igualmente se realizó un análisis estadístico para valorar relación entre el tamaño del adenoma y presencia de componente vellosa. La mediana de tamaño de los adenomas tubulares fue de 10 mm y de los adenomas con componente vellosa 20 mm, utilizando la prueba no paramétrica

U de Mann-Whitney no se detectó una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,28$).

TUBULAR	Mediana 10 mm
VELLOSO	Mediana 20 mm

Gráfico 17. Tabla que muestra el tamaño del adenoma tubular y el del adenoma vellosa en el estudio.

4.2.8 Relación entre el tamaño del adenoma y grado de displasia

Se analiza también la mediana de tamaño de los adenomas con grado bajo de displasia, de alto grado y de moderado grado. La mediana de tamaño para los de bajo grado fue de 10 mm, para los de grado moderado fue de 10,5 mm y para los de grado alto fue 25,5 mm. Utilizando la prueba de Kruskal-Wallis no se detectan diferencias estadísticamente significativas ($p=0,55$).

Displasia de alto grado	Mediana de 25,5 mm
Displasia de moderado grado	Mediana de 10,5 mm
Displasia de bajo grado	Mediana de 10 mm

Gráfico 18. Tabla que muestra el tamaño del adenoma según grado de displasia (alto, moderado y bajo grado) en el estudio.

4.3. ICONOGRAFÍA DE RESULTADOS

4.3.1 Lesiones benignas

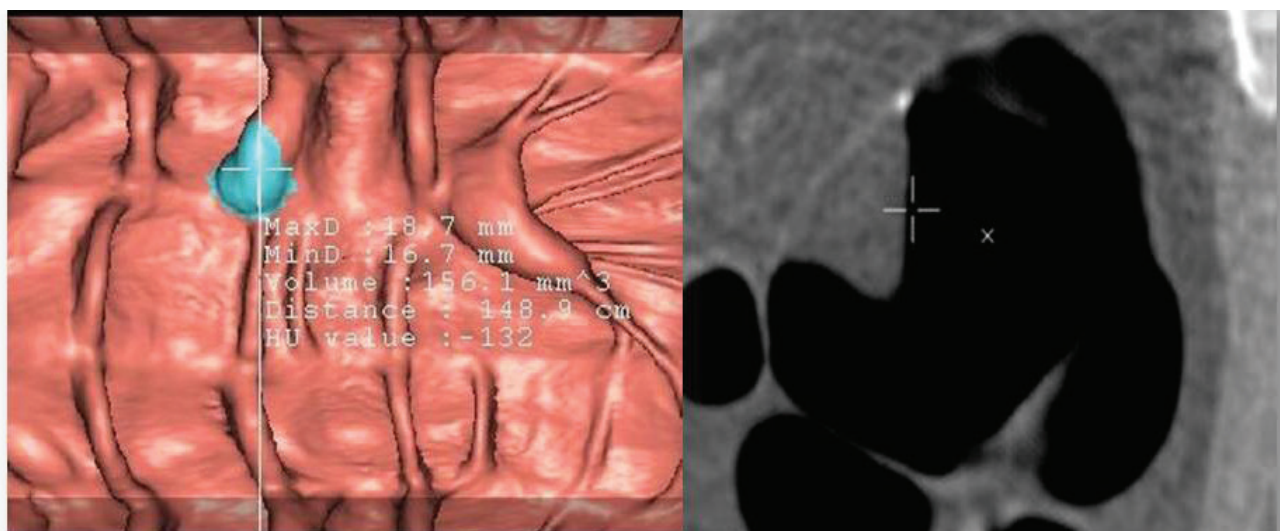


Figura 1. Lipoma. En la visión 3D mostrada se observa un pólipo teñido de celeste por el programa Detección Automática (CAD). La visión 2D confirma la presencia del pólipo que presenta una densidad baja (-132 UH) correspondiente a grasa, correspondiente a un lipoma.

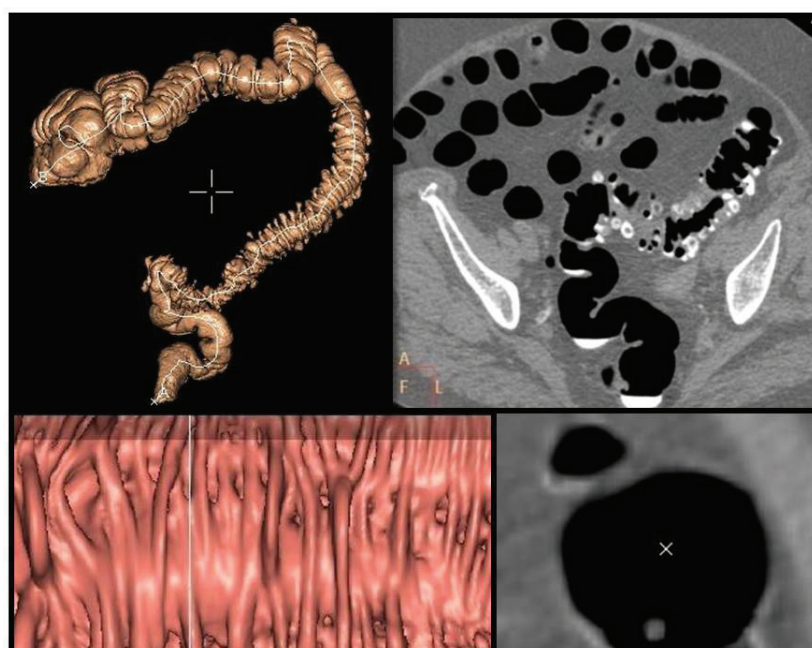


Figura 2. Diverticulosis de sigma. En cortes axiales 2D se observan múltiples lesiones saculares dependientes de la pared del sigma y rellenas de contraste oral sugestivas de divertículos. La proyección 2D ampliada (debajo) permite observar que se trataban de imágenes saculares con cuello de comunicación con la luz del colon, hallazgos correspondientes a divertículos. El hallazgo también se visualiza en el mapa de navegación endoluminal mostrado a la izquierda. En la imagen correspondiente a visión 3D de proyección en malla (debajo) se observan varias imágenes redondeadas con un anillo de sombra completo que los rodea, lo que lo diferencia de los pólipos cuyo anillo es incompleto.

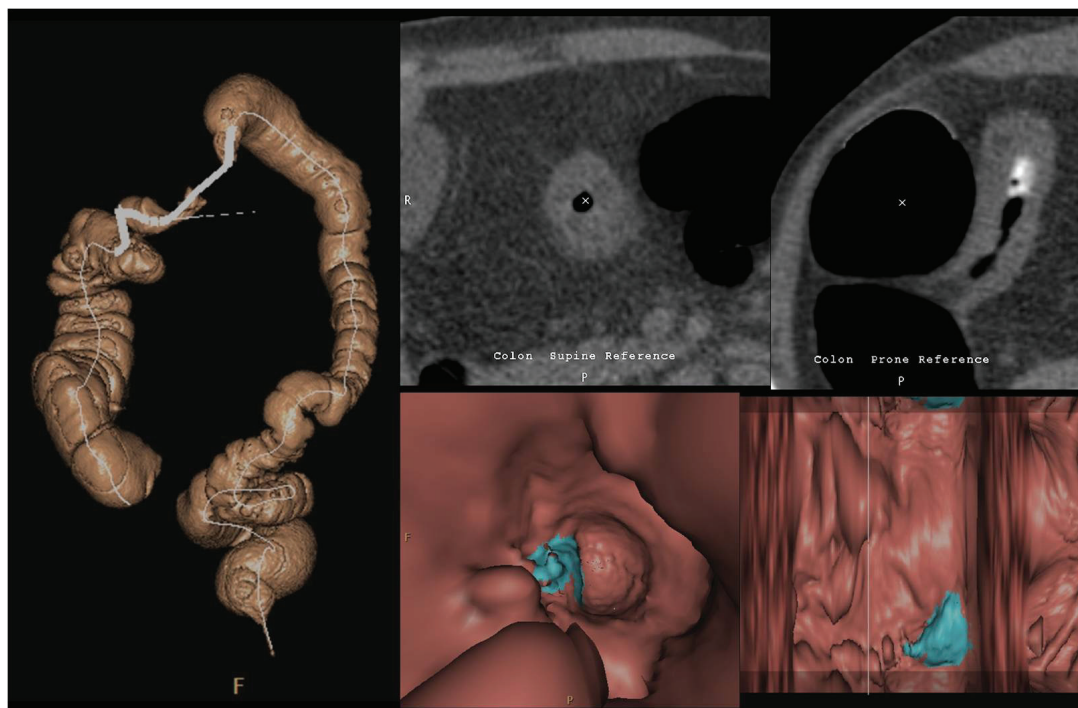


Figura 3. Enfermedad de Chron. A la derecha se muestra el segmento de colon con engrosamiento difuso de su pared que condiciona la estenosis. A la izquierda se muestra la imagen de navegación marcando con línea gruesa blanca el segmento colapsado.

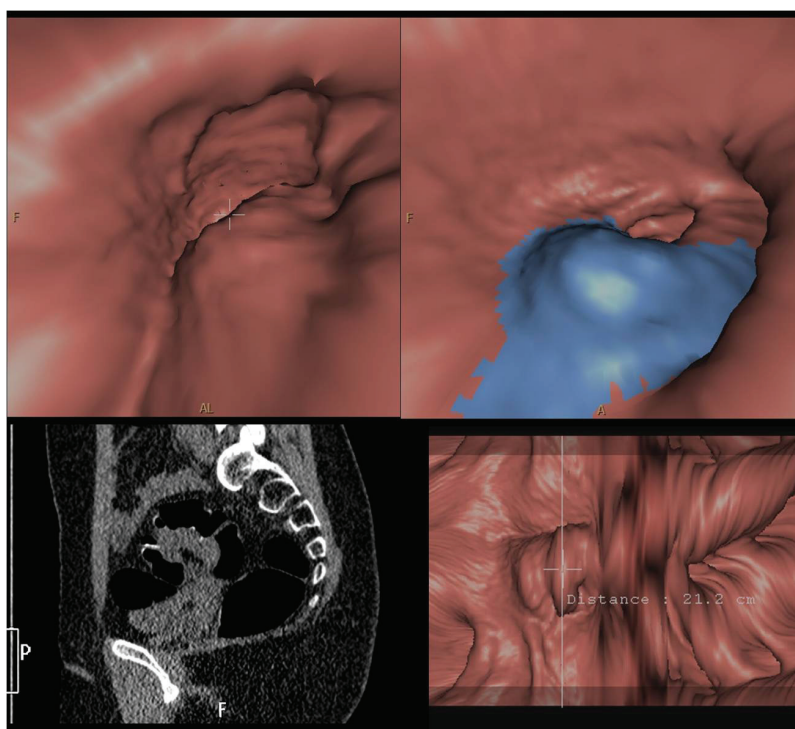


Figura 4. Endometriosis. La visión 3D endoluminal muestra la masa teñida de azul por el CAD, abajo la imagen 2D muestra una masa dependiente de la pared del colon y la visión 3D "abierto" muestra la masa como un engrosamiento de los pliegues.

4.3.2 Neoplásias

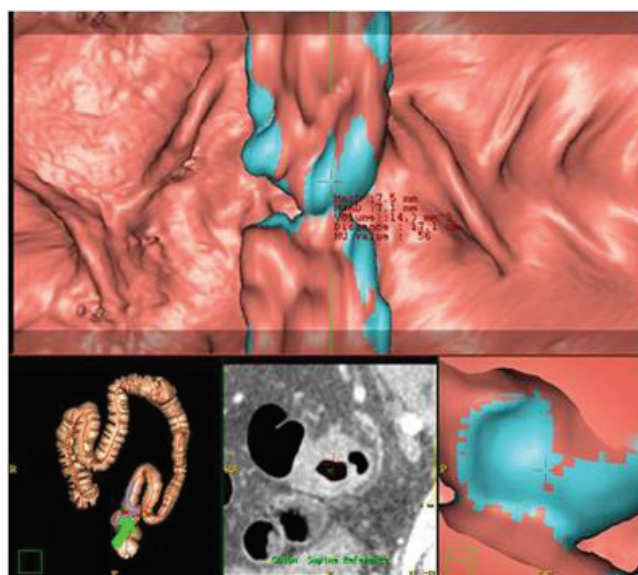


Figura 5. Carcinoma de colon estenosante como engrosamiento. Imagen de carcinoma de colon estenosante que impedía el paso del endoscopio detectada también por CTC. La imagen 3D (arriba) muestra la lesión correspondiente al carcinoma de colon que se visualiza como un engrosamiento de la pared del colon y que además queda marcada en celeste con el programa de detección automática (CAD). Abajo la imagen 2D en cortes axiales muestra la correspondencia con un engrosamiento circunferencial de la pared del colon. A la izquierda la imagen de navegación endoluminal muestra su localización en sigma (flecha verde).

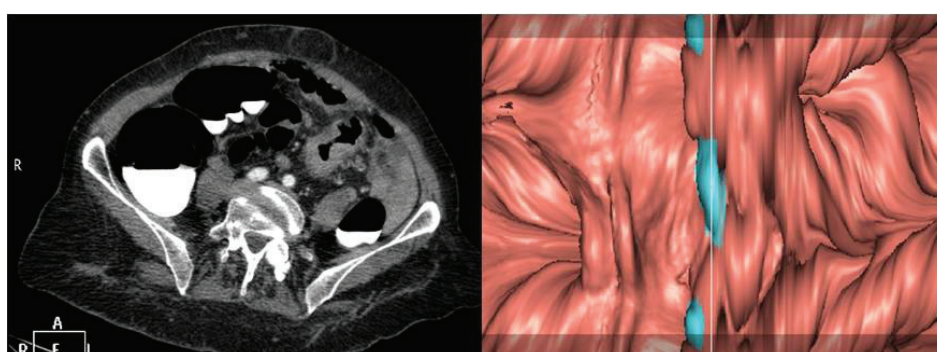


Figura 6. Carcinoma de colon estenosante como distorsión. Paciente con carcinoma de colon estenosante que impedía el paso del endoscopio. La imagen 2D axial muestra el engrosamiento circunferencial de la pared y la estenosis concéntrica de la luz. En el plano 3D se observa un engrosamiento y distorsión de los pliegues de la pared del colon.

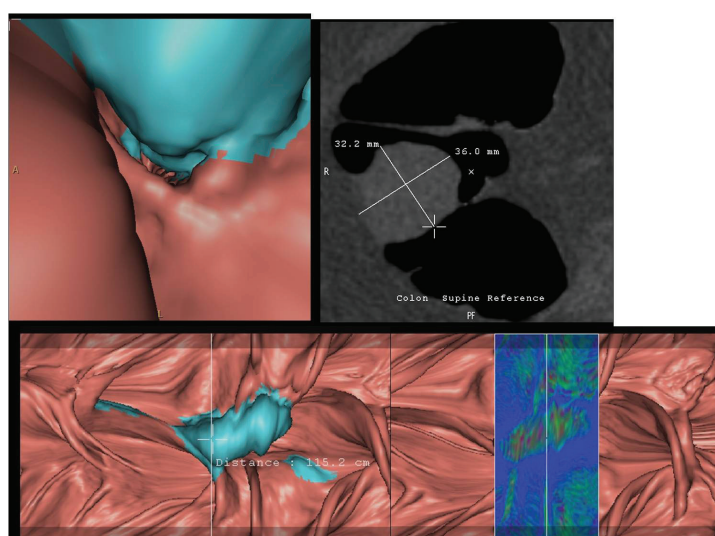


Figura 7. Neoplasia tipo GIST como masa. Masa que no se pudo visualizar en la colonoscopia por intolerancia del paciente. Se observa la masa en el plano axial (derecha), en la visión 3D teñida por el CAD de azul y teñida con el mapa de color. Se extirpó correspondiendo a un tumor de GIST.

4.3.3 Pólipos

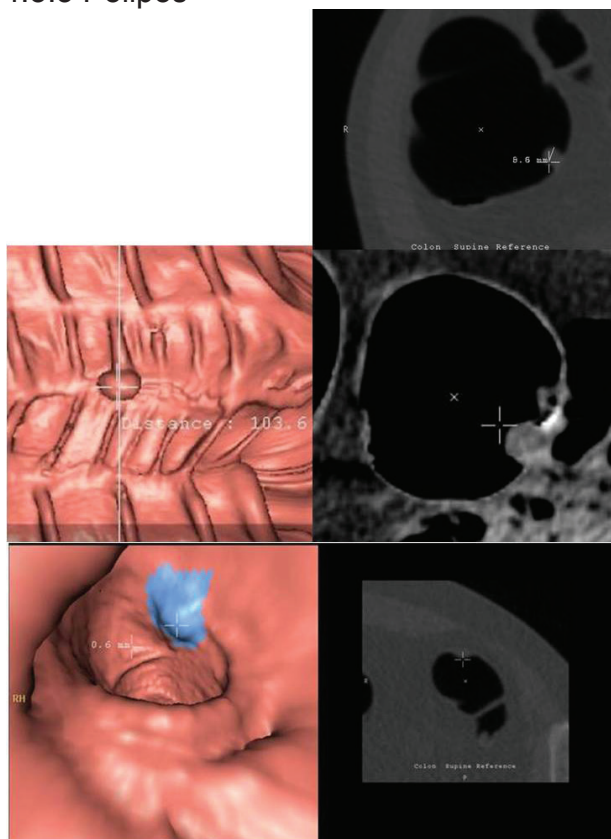


Figura 8. Morfología de los pólipos encontrados: sésil, pediculado y plano. Imagen que muestra la diferente morfología de los pólipos encontrados: Arriba pólipo sésil, en medio pólipo pediculado, abajo pólipo plano.

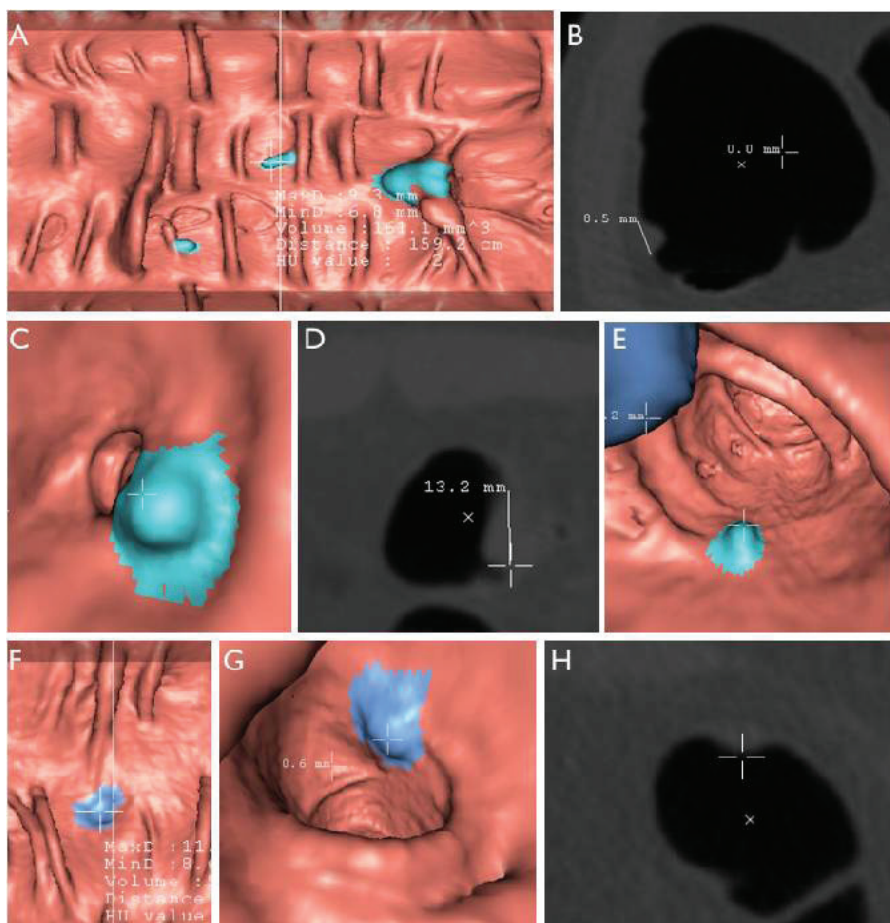


Figura 9. Aspectos del adenoma tubular. Ejemplos de adenomas tubulares. A y B: Paciente con tres pólipos sésiles menores de 1 cm que resultaron ser adenomas tubulares con displasia leve, visibles en la proyección 3D en malla y 2D, respectivamente. C, D y E: Diferentes pacientes con pólipos sésiles, adenomas tubulares con displasia leve, visibles en proyección 3D endoluminal y 2D. F, G y H: Adenoma tubular plano en proyección 3D en malla, endoluminal y 2D, respectivamente.

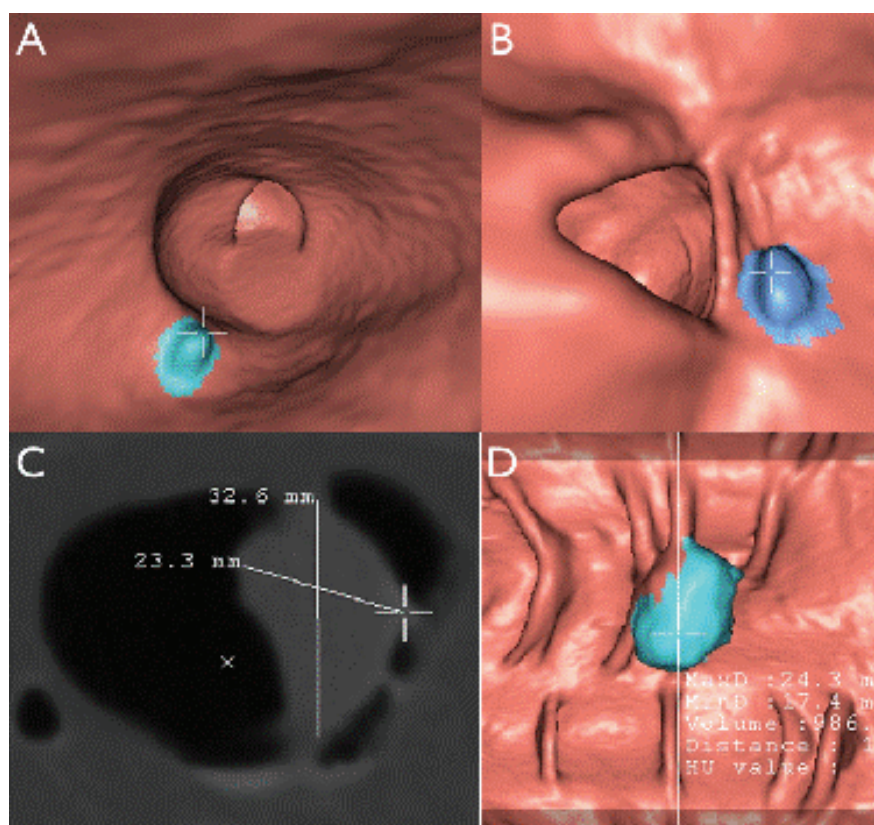


Figura 10. Aspectos del adenoma vellosos. Ejemplos de adenomas vellosos. A y B: Adenomas tubulovellosos sésiles en proyección 3D endoluminal con CAD. C y D: Adenoma tubulovellosos pedunculado en proyección 2D y 3D en malla, respectivamente.

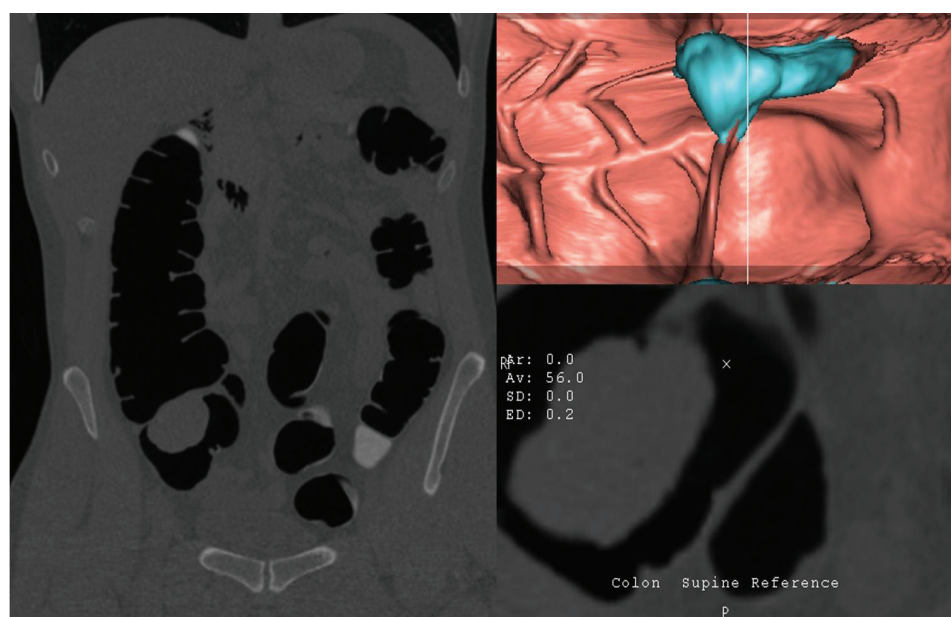


Figura 11. Pólipo de gran tamaño que no pudo ser visto mediante la colonoscopia convencional, correspondiente a adenoma vellosos. A la izquierda reconstrucción coronal que muestra su dependencia de la válvula ileocecal. A la derecha la visión 3D en malla muestra el pólipo teñido de azul por el programa CAD, abajo imagen ampliada 2D axial que muestra su morfología pediculada.

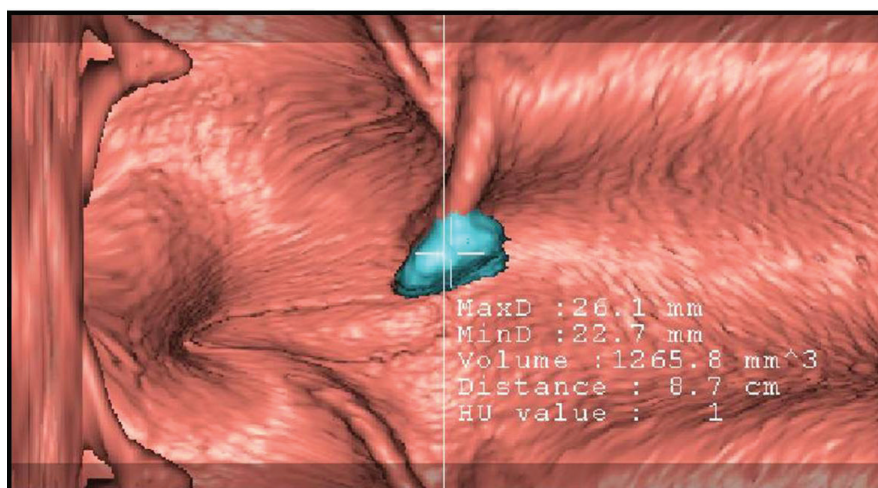


Figura 12. Adenoma Velloso en la visión 3D y teñido de azul por el programa de ayuda (CAD).

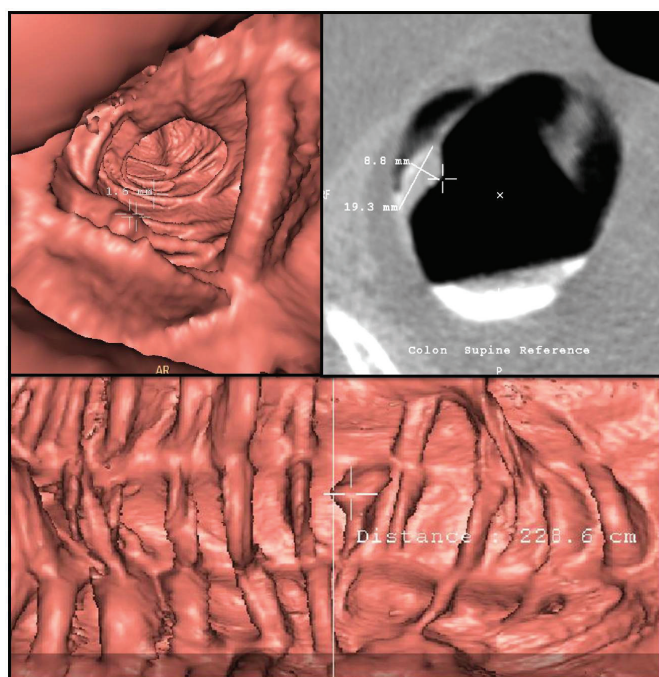


Figura 13. Pólipo visualizado como engrosamiento de un pliegue, correspondiente a adenoma. Se observa un adenoma de dificultosa identificación ya que asienta en un pliegue, pudiendo simular un engrosamiento del mismo.

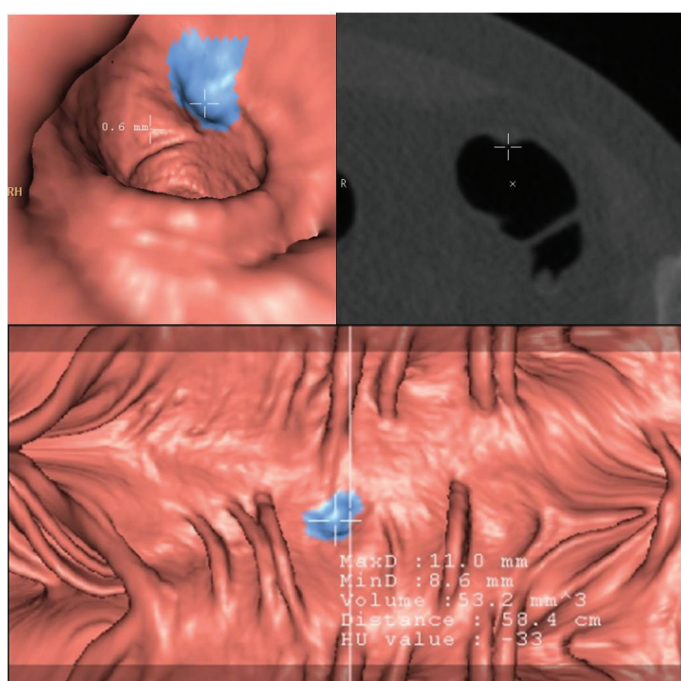


Figura 14. Pólipo plano de 6 mm detectando en la visión 3D endoscópica (arriba) y en el plano de disección virtual (debajo). Pólipo plano por definición es aquel menor de 3 mm de altura, obsérvese la dificultad de identificación de estas lesiones en el plano 2D. Resultó ser un adenoma tubular con displasia de bajo grado.

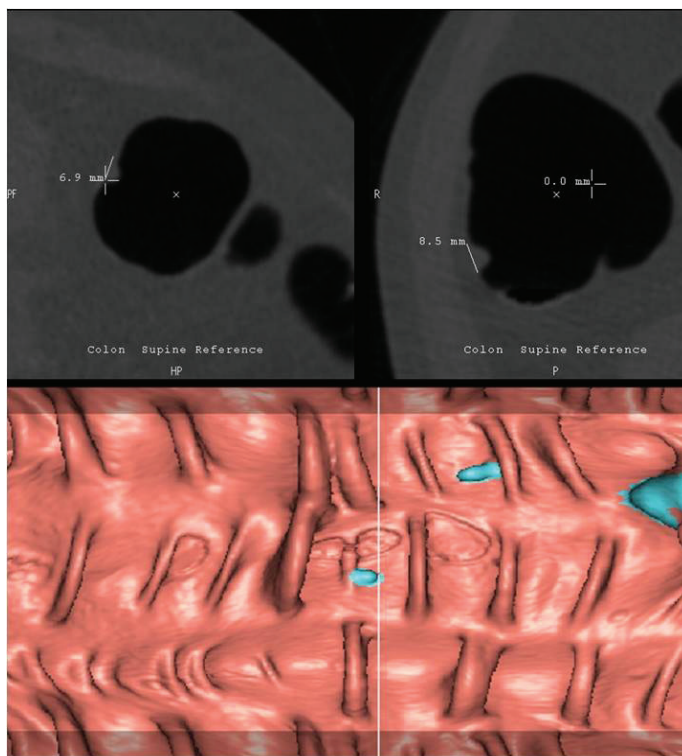


Figura 15. Pólipos Múltiples. La visión 2D muestra pólipos de 6-9 mm en un paciente con calcinoma colorectal estenosante que impedía el paso del endoscopio. Se extirparon en la cirugía con resultado de adenomas tubulares con displasia leve.

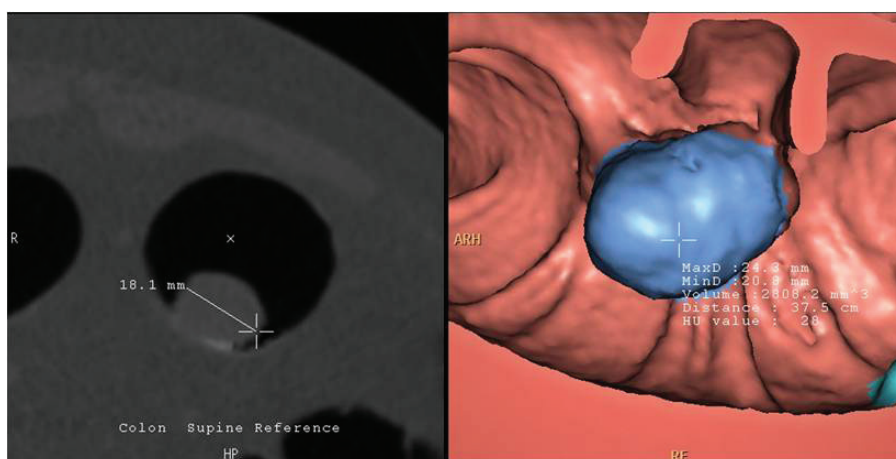


Figura 16. Imagen del paciente anterior: La visión 2D y 3D demuestra un pólipo sésil de 1,8 cm no visualizado en la Colonoscopia por no poder pasar el endoscopio. Se realizó resección y mostró histología de adenoma veloso con displasia de alto grado.

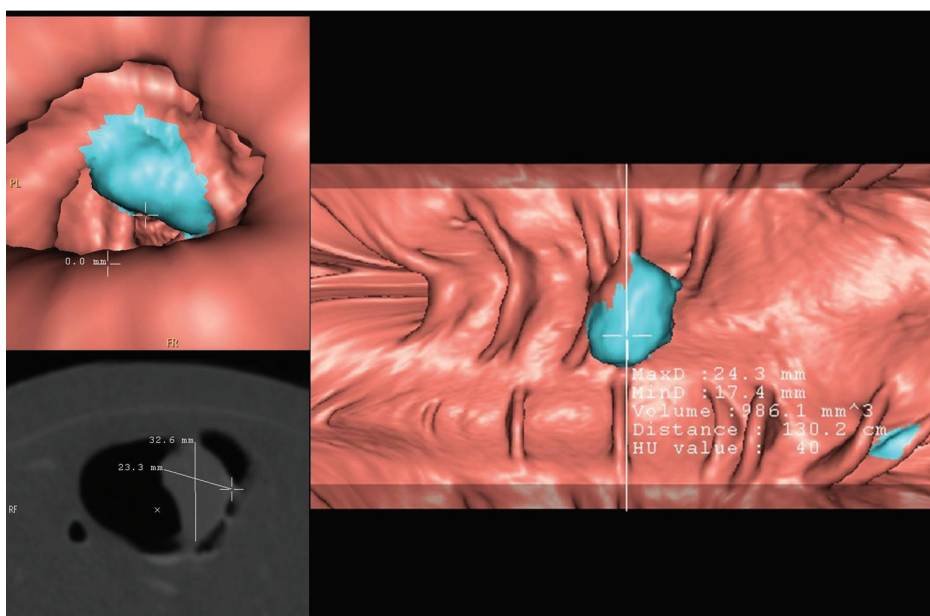


Figura 17. Pólipo pediculado localizado en colon transverso, de 2,3 x 3,2 cm, con resultado histológico de adenoma veloso con displasia de alto grado.

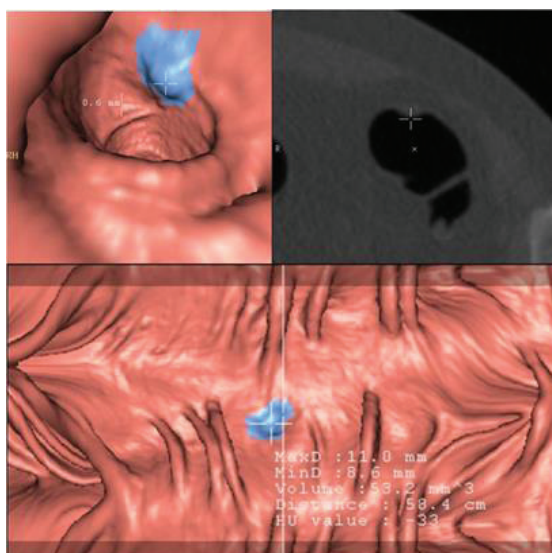


Figura 18. Pólipo de pequeño tamaño, menor de 1 cm. Este hallazgo no se confirmó al no ser resecado por decisión clínica.

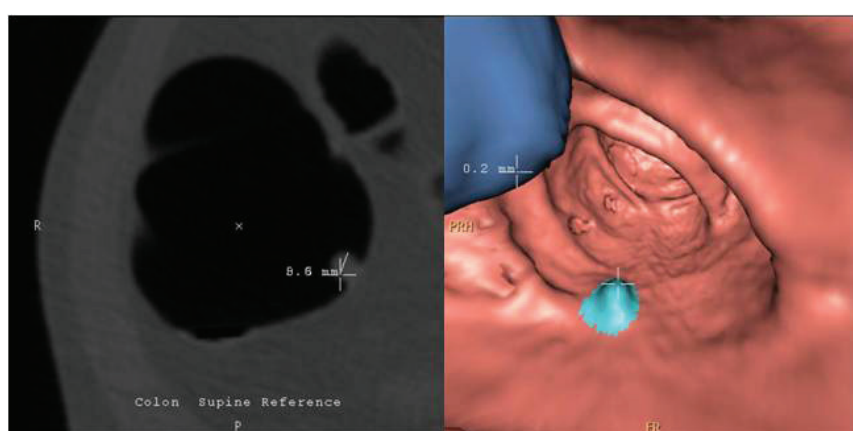


Figura 19. Pólipo sésil de 8 mm en paciente con calcinoma colorectal estenosante y que no pudo ser detectado mediante Colonoscopia al no poder pasar el endoscopio. Se extirpo por estar cercano a la neoplasia. Se trataba de un adenoma tubular con displasia leve.

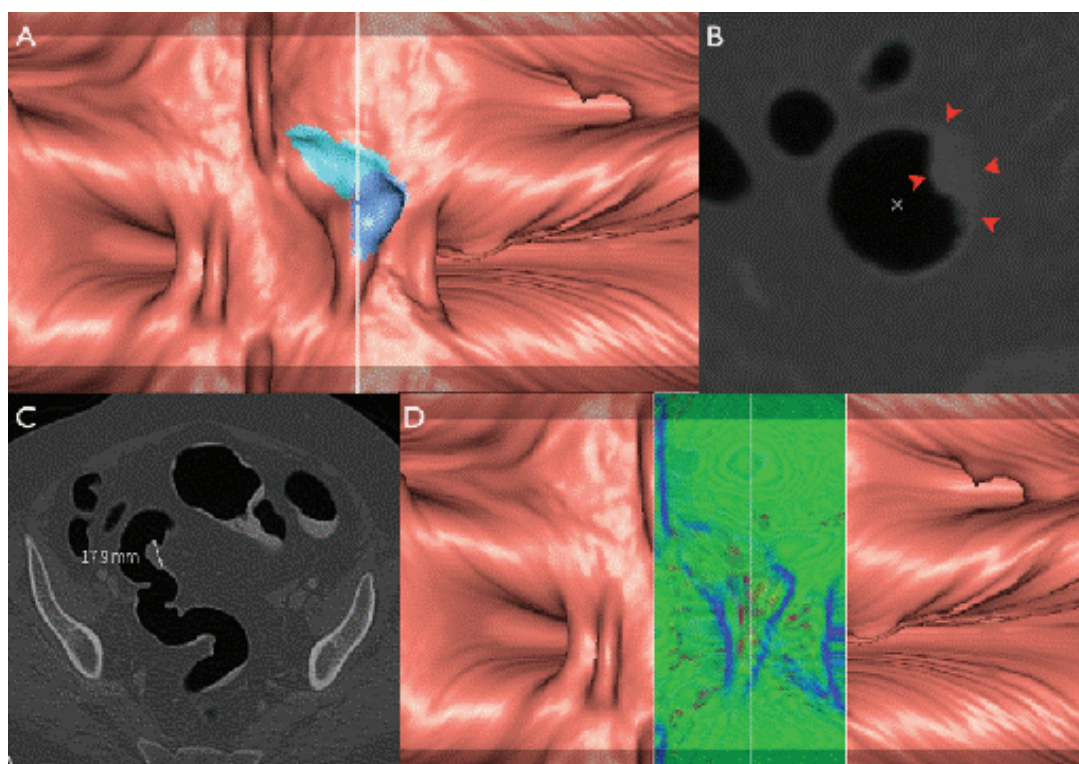


Figura 20. Carcinoma de sigma con morfología de pólipo sésil. **A:** Proyección 3D en malla con CAD que marca lesión polipoidea de 18 mm de diámetro cuya base se encuentra en un pliegue. **B:** Proyección 2D donde se observa la morfología polipoidea de la lesión (cabeza de flechas). **C:** Imagen axial convencional donde se aprecia la protrusión hacia la luz del carcinoma. **D:** Visión en translucencia, donde se asigna a determinados rangos de UH un color. El punteado rojo indica la posibilidad de lesión tumoral.

4.3.4 Pólipos visualizados en pacientes con Carcinoma Colorrectal (CCR) estenosante

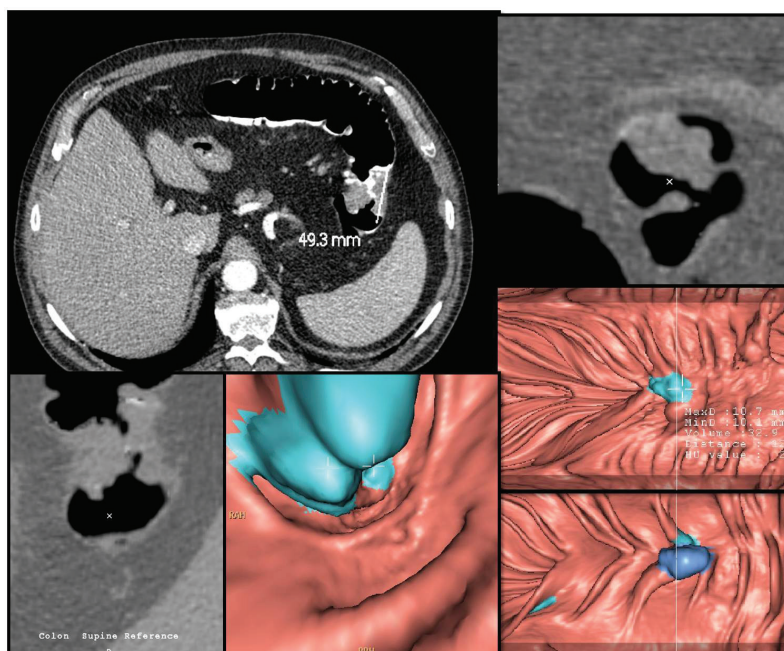


Figura 21. Paciente con CCR estenosante mostrado a la izquierda como engrosamiento mamelonado de la pared del colon. A la derecha se observan pólipos sincrónicos tipo adenoma.

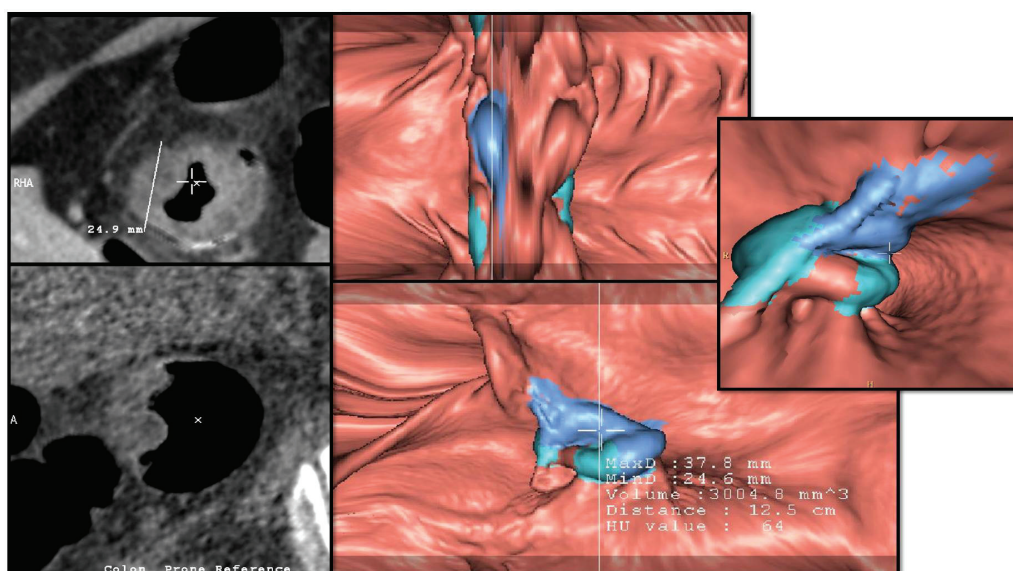


Figura 22. Pólipo tipo adenoma avanzado adyacente a CCR estenosante. Paciente con CCR estenosante mostrado arriba como engrosamiento circunferencial de la pared del colon. Abajo se observan un pólipo sincrónicos tipo adenoma avanzado.

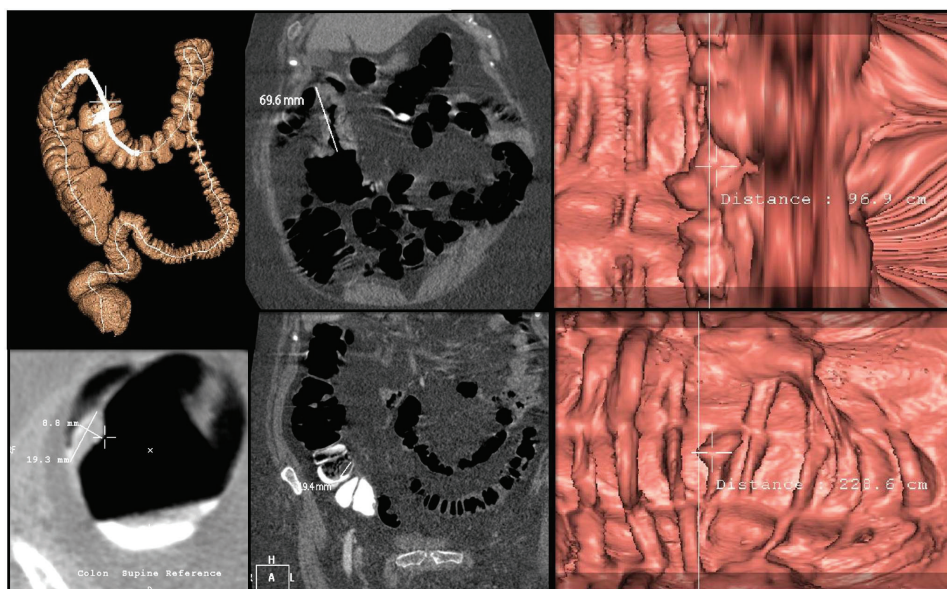


Figura 23. Pólipo tipo adenoma avanzado distal a CCR estenosante. Se muestra el CCR estenosante en la visión de navegación endoluminal, localizado en ángulo hepático, en reconstrucción coronal 2D y visión 3D. Abajo se muestra un pólipo sincrónico detectado que resultó ser un adenoma avanzado. La visión 2D coronal de abajo muestra la localización del pólipo distal a la neoplasia estenosante.

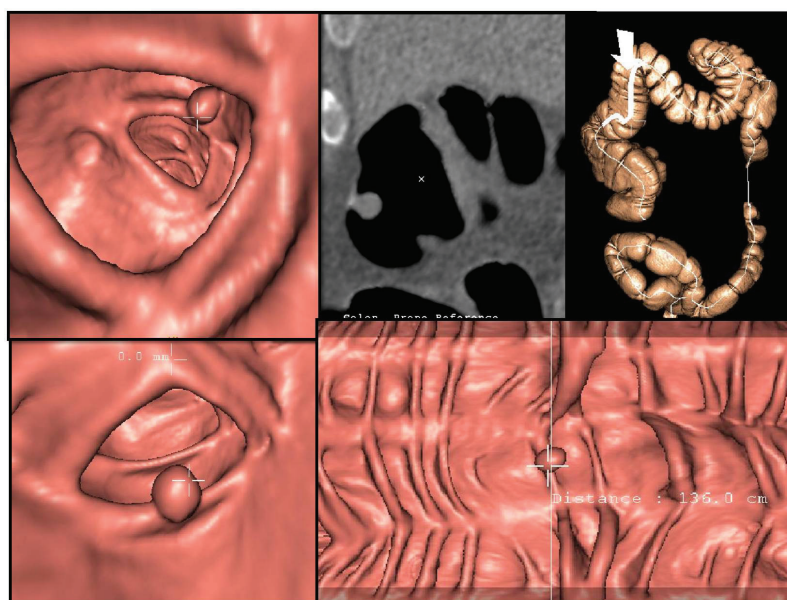


Figura 24. Adenoma pediculado tipo tubular de bajo grado de displasia en paciente con CCR estenosante a nivel de colon descendente, que queda reflejado en la visión de navegación endoluminal como un segmento de colon descendente no distendido (arriba a la derecha).

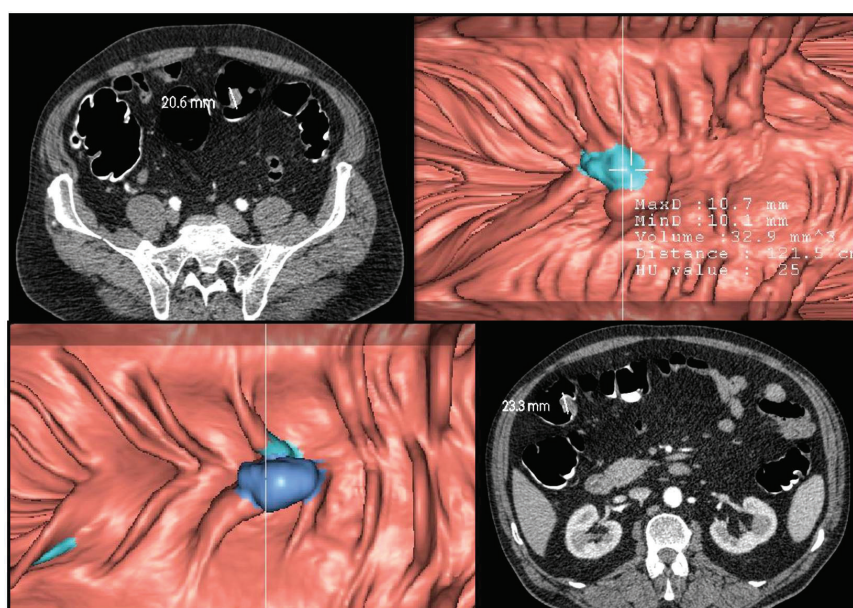


Figura 25. Se muestra un ejemplo de paciente con CO incompleta al que se le detectaron mediante CTC dos pólipos sincrónicos en visiones 2D y 3D. Arriba pólipo sésil de 2 cm visto tanto en la visión 2D como 3D, abajo segundo pólipo sésil de 2,3 cm.

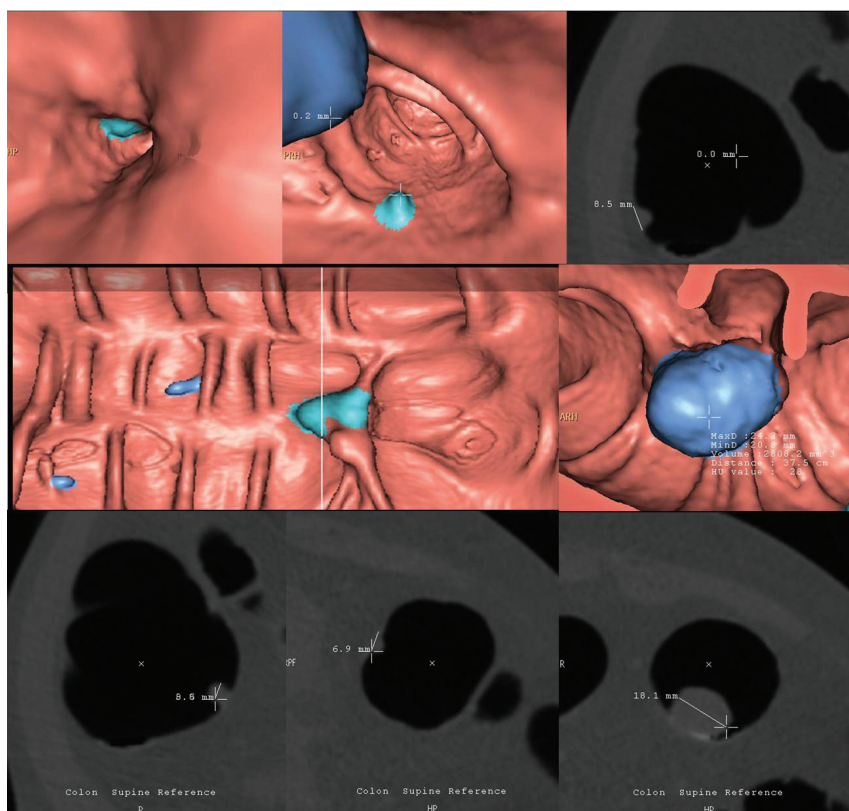


Figura 26. Paciente con CCR estenosante y múltiples pólipos sincrónicos. El CCR se muestra en la imagen de arriba a la izquierda (visión 3D endoluminal) como disminución del calibre de la luz de colon. En el resto de imágenes se observan varios pólipos sincrónicos visibles tanto en la visión 3D teñidos de azul como en los planos axiales 2D, tres de ellos menores de 1 cm localizados en colon descendente de 8.5 mm , 8.6 mm y 6.9 mm, que se extirparon al estar próximos a la neoplasia tratándose de adenomas tubulares con displasia leve. Existe otro de mayor tamaño en sigma de 18 mm que resultó ser un adenoma vellosos de alto grado.

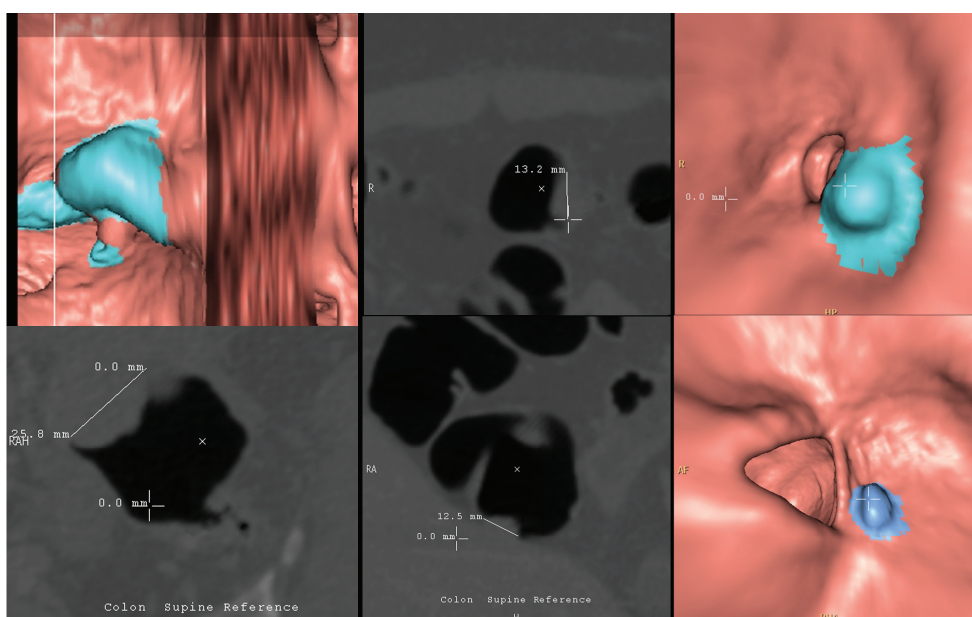


Figura 27. Paciente con CCR estenosante: Se visualiza la neoplasia en la visión 3D teñida de azul y con un segmento no distendido. Se acompañaba de dos pólipos sincrónicos sésiles: Uno de ellos localizado en sigma de 2,5 cm correspondiente a adenoma vellosos de alto grado y otro de 1,3 cm correspondiente a adenoma tubular con displasia moderada mostrado tanto en la visión prono (arriba) como supino (debajo). Obsérvese que parece que la lesión se mueve al compararla en las diferentes posiciones, sin embargo este aparente cambio de localización se debe a la movilidad del sigma.

4.3.5 Hallazgos extracolónicos

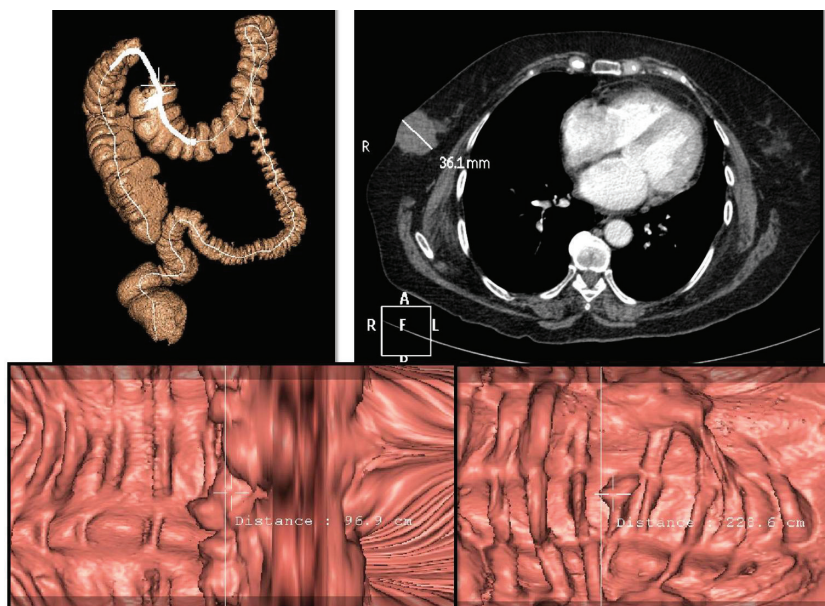


Figura 28. Paciente con CCR estenosante y pólipo. Se detectó un nódulo en mama derecha que resultó ser un carcinoma .

4.3.6 Estudios no válidos

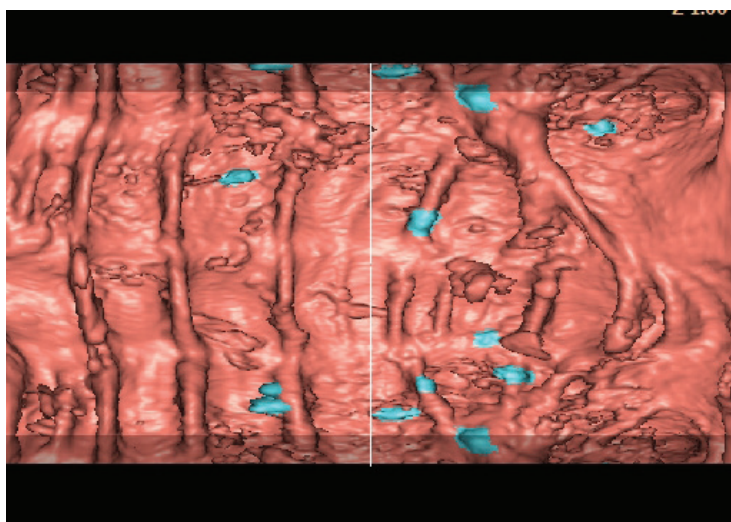


Figura 29. Colon mal preparado en visión 3D tipo "disección virtual": Existen múltiples residuos (heces y líquido) en su luz que impiden su valoración.

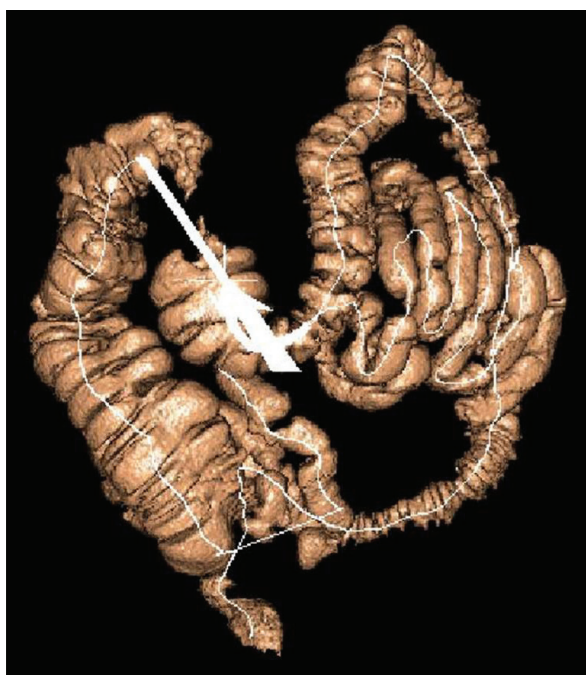


Figura 30. Colon no distendido: Estudio no válido por ausencia de distensión del sigma y del colon transverso, en paciente con CCR estenosante en ángulo hepático (flecha blanca).

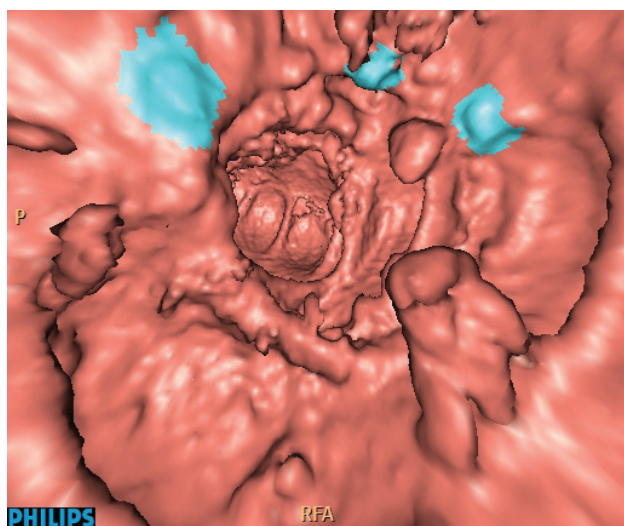


Figura 31. Colon mal preparado en visión 3D endoscópica luminal

5. DISCUSIÓN

5.1 Indicaciones

Nuestro estudio está limitado a pacientes con sospecha de pólipos colorrectales premalignos, de alto riesgo o sintomáticos para el desarrollo de carcinoma colorrectal, los cuales acudieron a nuestro centro para colonoscopia convencional por vía clínica pero que ésta fue incompleta, es decir que no se llegó a alcanzar el ciego, por diversas causas que impidieron el paso del endoscopio. Nos limitamos a esta indicación al ser aceptada de forma unánime, como exponen autores como Laghi (48), y así se establece en las principales guías clínicas como la establecida por la Asociación gastrointestinal Americana (AGA) en 2006 (173).

Algunos autores proponen realizar el estudio en el mismo día de la colonoscopia óptica aprovechando la preparación, sin embargo esto supondría renunciar al marcaje fecal. Además dada la comodidad de la preparación previa (154) y por cuestiones de disponibilidad, preferimos realizarla de forma diferida.

5.2 Preparación del paciente

El protocolo de preparación del paciente en nuestro hospital se basa en el no uso de catárticos y dieta baja en fibra los días antes de la prueba, hecho apoyado por diversas publicaciones (38) ya que el no usar laxantes facilita su tolerancia reduciendo o incluso eliminando las molestias asociadas a la preparación intestinal con laxantes (154). Esta preparación viene siendo apoyada por el grupo IVIRCO (Imagen virtual del colon) y es mayoritaria en nuestro país (56).

Para obtener una mejora de la calidad de la imagen se complementó con el marcado con contraste oral de las heces residuales y posterior sustracción digital del material teñido, proceso conocido como «limpieza electrónica o cleansing», lo que permite aumentar la capacidad diagnóstica de la Colonografía-TC (CTC) tal y como exponen algunos autores como Landeras (28).

5.3 Distensión del colon

Se utilizó insuflación manual de aire ambiente al ser uno de los métodos aceptados por los principales grupos de consenso de la Colonografía-TC (CTC), la Sociedad Europea de Radiología Gastrointestinal y Abdominal y el Colegio Americano de Radiología (54,55) y por sus ventajas económica. Si bien, hay que decir que la mayoría de estos autores proponen la insuflación automática de CO₂ como mejor técnica de distensión, por la posibilidad de monitorización del volumen y la presión del gas, su absorción más rápida y su mejor tolerancia (44).

Dada la escasa tasa de molestias para el paciente obtenidas en nuestra serie y el bajo porcentaje de estudios inadecuados por esta causa (5% del total de las Colonografías TC no valorables), pese a no ser el método de elección, los resultados revelan que su utilización estaría justificada.

No utilizamos sedación en ningún caso de acuerdo con otros estudios (16). Tampoco administramos agentes espasmolíticos por vía intravenosa ya que no hay estudios que dejen demostrado que mejora la distensión del colon (47, 53) y su uso es controvertido tal y como expone el Colegio Americano de Radiología (25).

5.4 Complicaciones de la Colonografía - TC

Los estudios publicados como los de Sosna y Burling (57,58) refieren una baja tasa complicaciones graves, siendo las principales la alergia al contraste intravenoso y la perforación, menor al 0,06% de los casos.

En nuestro estudio no se registró ninguna complicación asociada a la CTC, por lo que podemos decir que es una técnica segura, lo que es importante teniendo en cuenta que muchos de estos pacientes presentan avanzada edad y comorbilidad.

5.5 Técnica y protocolo de estudio

Para la realización de la Colonografía - TC preferimos el TC multicorte (TCMC) mediante un equipo de 64 coronas, como recomiendan autores como Pickhardt (21), ya que minimiza el tiempo de adquisición, permite obtener cortes más finos y disminuye la dosis de radiación.

Debido al contraste que se establece entre el aire y la pared del colon, utilizamos protocolos de baja dosis con 50 mA y 100 Kv, apoyados por la guía de recomendación para Colonografía-TC de la Sociedad Europea de Radiología Gastrointestinal y abdominal (ESGAR), como refieren tanto en su primera como en su segunda revisión (54, 174). Obtuvimos una buena resolución de imagen, pues no hubo lesiones relevantes detectadas en la segunda colonoscopia o en la cirugía que no se detectaran mediante esta técnica.

Se incrementó la dosis a un máximo de 100 a 150 mA en pacientes obesos y en casos de que se quisiera realizar estudio de extensión por carcinoma colorrectal previamente conocido. En este último caso además administramos contraste intravenoso para evaluar órganos sólidos.

Realizamos la adquisición en cortes finos de 1.5 mm con incremento de 0,75 mm, ya que según varios estudios (69-72) este espesor de corte disminuye el volumen parcial, mejora la calidad de las reconstrucciones multiplanares y de navegación endoluminal en 3D, aumentando así la sensibilidad para la detección de pólipos. Como mencionamos anteriormente no hubo lesiones

relevantes no detectadas.

5.6 Métodos de visualización

Se realizó una primera lectura en 3D (endoscopia virtual) dejando como complemento la imagen 2D de cortes axiales. Preferimos utilizar esta combinación porque durante su realización observamos una mayor facilidad de interpretación usando el 3D de forma primaria, dejando la comparación con los cortes axiales para solventar dudas. En la bibliografía revisada no encontramos claras preferencias por una y otra visión de forma primaria.

También observamos mayor facilidad para interpretar los pólipos localizados en un pliegue o próximos a éste, utilizando el programa de *“disección virtual”*, que permite “extender” el colon, mostrando en una sola visión los pliegues en su parte anterior y posterior, lo que viene siendo apoyado por algunos autores como Kim (85).

Como método de ayuda utilizamos el programa de Diagnóstico Asistido por Ordenador (CAD), dejándolo como segunda lectura adicional.

5.7 Resultados

5.7.1 Causas de Colonografía-TC (CTC) no valorable y colonoscopia óptica incompleta (COI)

Se evaluaron las causas de que la colonoscopia óptica fuese incompleta, siendo la principal la intolerancia a la técnica por molestias, dolor o desaturación, esto afectó al 55,9% de los pacientes, sobre todo aquellos con cirugía previa. Este gran porcentaje probablemente se deba a que en la fecha de realización de este estudio se utilizaba midazolam y fentanilo para colonoscopia. Actualmente se está utilizando sedación con propofol, lo que probablemente disminuirá el porcentaje de dolor y molestias con la colonoscopia.

En cuanto a la Colonografía-TC, se objetivaron problemas técnicos relacionados con la escasa distensión y la falta de limpieza del colon en un 11,6% de estas, lo que redujo la sensibilidad de la prueba, llegando a impedir la valoración del estudio. En base a resultados y teniendo en cuenta que el 100% de las colonoscopias fueron incompletas, podemos decir que la evaluación del colon se pudo completar en la mayoría de los pacientes (88,4%) coincidiendo con los expuesto por autores como Pullens (175).

Se evaluaron las causas de que la Colonografía-TC fuese incompleta, siendo la principal una mala preparación del colon (80%), esto coincide con estudios previos como los de Yee (27). La segunda causa fue la insuficiente distensión (15%), mientras que el número de pacientes que no toleraron la prueba fue mínimo (5%), contrastando con el gran porcentaje de intolerancia a la colonoscopia (55,9% frente a 5%). Acorde con este resultado podemos concluir que la Colonografía-TC es una técnica bien tolerada por los pacientes..

5.7.2 Pacientes con lesiones detectadas mediante ambas técnicas

Se comparan las lesiones detectadas mediante la colonoscopia incompleta de forma aislada y añadiendo la Colonografía-TC a la colonoscopia incompleta. La mayoría de los pacientes con colonoscopia incompleta no presentaron ningún tipo de hallazgo, considerándose como normales un 62,7% de ellos, mientras que el porcentaje de pacientes normales se redujo a un 38,6% añadiendo la Colonografía-TC.

A la mayoría de pacientes se les detectaron lesiones benignas (divertículos, granulomas, focos de endometriosis y lipomas), lo que es común para ambas modalidades, aunque se detectan más pacientes con hallazgos benignos combinando ambas técnicas, hasta un 10% más de pacientes con lesiones benignas al añadir la Colonografía-TC.

La mayor diferencia en la detección de hallazgos usando una u otra modalidad se observó en los pacientes con pólipos, pues obtuvimos un mayor porcentaje de pacientes con pólipos detectados al combinar ambas técnicas (3,3% de pacientes con colonoscopia incompleta frente a 15,6% si añadimos la Colonografía-TC), por lo que hubo hasta un 12,3% de pacientes con pólipos que no se detectaron con la colonoscopia óptica incompleta en exclusiva.

En pacientes en los que la Colonografía-TC detectó lesiones se planteó un manejo posterior diferente, con un segundo intento de completar la colonoscopia que en muchas ocasiones fue exitoso al ir directamente hacia el hallazgo de la Colonografía-TC. En otros casos se planteó cirugía o seguimiento posterior más estrecho, valorando historia clínica/antecedentes y según criterio clínico.

La mayoría de pólipos detectados eran premalignos, tipo adenoma avanzado.

Hasta en 24 pacientes de la muestra inicial se detectaron pólipos menores de 9 mm que no se incluyeron en el estudio al ser derivados a vigilancia posterior por criterio clínico, por tanto sin histología. Sin embargo, estos hallazgos supusieron una indicación de prevención ya que estos pacientes se derivaron a seguimiento estrecho.

Se valora el número de pacientes con neoplasias detectadas con colonoscopia incompleta y añadiendo la Colonografía-TC, obteniendo un 1,3% más de pacientes con neoplasias al completar la colonoscopia incompleta con la Colonografía-TC.

A través de la comparación de los hallazgos obtenidos mediante ambas técnicas se obtiene que ambas pruebas son sensibles para los mismos hallazgos, pues todos los hallazgos de la colonoscopia fueron visibles mediante Colonografía-TC.

5.7.3 Pacientes con pólipos tipo adenoma avanzado detectados mediante ambas técnicas

La mayoría de los pacientes con pólipos detectados tenían pólipos premalignos, tipo adenoma avanzado. La colonoscopia incompleta detectó 2 pacientes (1,3 % de la serie) y añadiendo la Colonografía-TC el número de pacientes con adenomas avanzados ascendió a 19 pacientes (12,4% de la serie), por tanto hasta un 11,1% de los pacientes con pólipos premalignos no se detectaron con la colonoscopia óptica incompleta aislada. Este hecho coincide con lo publicado con autores como Neerincx (149) o Pullens (175) que en sus estudios demuestran un mayor porcentaje de lesiones tipo adenoma avanzado y cáncer de colon al añadir la Colonografía-TC a una colonoscopia que no se ha podido completar, hasta un 0,8% de pacientes con adenomas avanzados en el estudio de Neerincx y hasta un 11 % en el de Pullens. Es por ello que estos autores defienden la necesidad de estudiar todo el colon mediante técnicas adicionales cuando la colonoscopia no se ha podido completar.

Teniendo en cuenta que estudios como los de Campillo-Soto (127) han demostrado que la Colonografía-TC es claramente superior al enema opaco, que era la prueba diagnóstica que se realizaba hasta hace poco en esta indicación, nuestro resultado permite concluir que la Colonografía-TC posterior a una colonoscopia incompleta permite una mayor detección de lesiones potencialmente malignas para desarrollo de carcinoma colorrectal que la colonoscopia incompleta aislada, confirmando lo expuesto por sociedades científicas como la Asociación Americana de Gastroenterología (AGA) que en 2006 estableció una guía en la que la Colonografía-TC es aceptada como método de elección en casos de colonoscopia incompleta reemplazando al enema opaco (173).

5.7.4 Pacientes con Carcinoma Colorrectal estenosante y pólipos tipo adenoma avanzado detectados mediante ambas técnicas

Observamos que el 52,6% de los pacientes con adenomas avanzados tenían un carcinoma colorrectal estenosante (CCR) que fue el motivo de que la colonoscopia no pudiera completarse.

No se detectó ningún paciente con adenoma avanzado mediante colonoscopia incompleta aislada (0%) y hasta 10 pacientes al añadir la Colonografía-TC (6,5%) que de otra forma se habrían perdido.

Podemos decir que la Colonografía-TC permitió el estudio del colon más allá de la neoplasia estenosante y los hallazgos obtenidos supusieron un cambio en la técnica quirúrgica empleada realizándose en algunos casos colectomía subtotal y una más estrecha vigilancia posterior.

Este hecho que viene siendo apoyado por estudios como los de Barialli (129) y Francés (130) que defienden que el estudio preoperatorio de todo el colon en pacientes con CCR estenosante está justificado por la presencia de un cáncer sincrónico en un 1,5-9% de los casos o pólipos sincrónicos (sin especificar su histología) en un 27-55% según series. Los autores defienden que la no detección de un CCR o adenoma avanzado sincrónico conlleva peor pronóstico y mayor morbimortalidad, debido a la necesidad en ocasiones de una segunda intervención quirúrgica.

Además se observó que todos los pacientes con adenomas múltiples pertenecían a este grupo de pacientes con CCR estenosante, detectando un máximo de hasta 4 adenomas avanzados en el mismo paciente.

Según resultados podemos afirmar que son pacientes con mayor probabilidad de presentar lesiones malignas o premalignas sincrónicas. Lo que coincide con lo expuesto por autores como Neri (123) que defienden la necesidad de analizar todo el colon en casos de colonoscopia incompleta por CCR estenosante.

5.7.5 Análisis del Adenoma Avanzado

De los 153 pacientes estudiados, se detectaron 35 pólipos mediante Colonografía-TC, de ellos 26 cumplían criterios de adenomas avanzados. Por tanto, la mayoría de las lesiones polipoideas detectadas, eran precursoras del carcinoma colorrectal según la secuencia de transformación adenoma-carcinoma (13).

Con la colonoscopia óptica incompleta sólo se detectaron 2 de los 26 adenomas avanzados detectados al añadir la Colonografía-TC posterior, por lo que complementar el estudio con esta prueba de imagen supuso un claro beneficio en cuanto a prevención de desarrollo de carcinoma colorrectal.

Hay que destacar que todos los pacientes con pólipos múltiples pertenecían al grupo de pacientes con CCR estenosante, y que en estos pacientes al no poder pasar el endoscopio más allá de la neoplasia no se pudo detectar ningún adenoma avanzado. Sin embargo al añadir la Colonografía-TC se detectaron hasta 21 adenomas avanzados (la mayor parte de adenomas avanzados del total). Como mencionamos anteriormente son varios los autores Barialli (129) y Francés (130) que defienden el estudio preoperatorio de todo el colon en pacientes con CCR estenosante.

La mayoría de estas lesiones se detectaron en colon descendente y tenían una morfología sésil. Al tratarse de una distribución asimétrica tenían una media de tamaño de 2,5 cm y una mediana de 1,1 cm. Recordemos que el estudio está limitado a pacientes con lesiones mayores de 9 mm, ya que las detectadas mediante Colonografía-TC de menor tamaño, fueron derivadas a seguimiento según criterio clínico, por tanto carecemos de su comprobación histológica.

Se revisó la histología de cada adenoma comprobando que un 14,8% habían desarrollado focos de adenocarcinoma invasivo, un 51,9% tenían componente vellosa que se relaciona con el potencial maligno (13) y la mayoría tenían alta o moderada displasia (74%). La displasia de alto grado incluye el término carcinoma in situ, que puede llegar a invasivo (13), por lo que la detección de estas lesiones que pueden preceder a la aparición del carcinoma colorrectal a través de estas dos técnicas combinadas beneficia en términos de prevención o detección precoz a los pacientes sometidos a ellas.

Se valoró la relación entre el tamaño del pólipo y riesgo de degeneración maligna, ya que la

sensibilidad de la Colonografía-TC depende del tamaño de la lesión, a mayor tamaño de la lesión mayor sensibilidad de la prueba para detectarla (21).

Para ello, relacionamos tamaño del adenoma con presencia de focos de adenocarcinoma invasivo, obteniendo que a mayor tamaño del pólipo, mayor probabilidad de degeneración maligna (11 mm los adenomas avanzados y 37,5 mm para los adenomas con focos de adenocarcinoma invasivo), coincidiendo con lo expuesto por algunos autores como Kim (23).

Se realizó un segundo análisis estadístico para valorar relación entre el tamaño del adenoma y la presencia de componente vellosos mediante la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney sin llegar a obtener diferencias significativas. La mediana de tamaño de los adenomas no vellosos fue de 1 cm y de los adenomas con componente vellosos 2 cm. A pesar del resultado no significativo, pensamos que debemos considerar esta diferencia, ya que la mediana de los adenomas vellosos supera 1 cm, siendo éste el límite de tamaño para considerar la posibilidad de que una lesión sea premaligna según la bibliografía (12) y el tamaño a partir del cual la sensibilidad de la Colonografía-CT es cercana al 100% según estudios como los de Pickhardt (21).

Se analiza la mediana de tamaño de los adenomas según el grado de displasia (bajo, moderado o alto). Utilizando la prueba de Kruskal-Wallis no se detectaron diferencias significativas en el tamaño del pólipo según su grado de displasia. La mediana de tamaño para los de bajo grado fue de 1 cm, para los de grado moderado 1,05 cm y para los de grado alto 2,5 cm. A pesar de este resultado, también pensamos que deben considerarse estas diferencias de tamaño, ya que los de displasia de alto grado y por tanto considerados carcinoma in situ (12) superan 1 cm y el resto no sobrepasa 1 cm. Además, como se comentó anteriormente, 1 cm es el límite de tamaño a partir del cual la sensibilidad de la Colonografía-CT es cercana al 100% según estudios como los de Pickhardt (21).

Dado estos resultados en la relación tamaño y riesgo de degeneración maligna y teniendo en cuenta que la sensibilidad de la CTC en la detección de pólipos depende del tamaño de las lesiones (5, 21), consideramos que esta técnica añadida a una colonoscopia incompleta, permite detectar un mayor número de lesiones clínicamente significativas que con la colonoscopia incompleta aislada.

5.7.6 Limitaciones del estudio

- La principal limitación de este estudio fue que no se pudieron incluir pacientes con lesiones reseadas en la colonoscopia incompleta, ya que la extirpación de pólipos no permitía comparar los hallazgos obtenidos mediante colonoscopia incompleta y colonoscopia incompleta añadiendo la Colonografía-TC. Esto ha limitado de forma importante el tamaño muestral y el número de pacientes con lesiones detectadas mediante colonoscopia incompleta aislada, quedando reducida a dos pacientes.
- Un porcentaje de pacientes de la muestra inicial con pólipos detectados mediante Colonografía-TC pero sin comprobación histológica no se incluyeron en el estudio.

Estos pacientes se derivaron a vigilancia posterior por decisión clínica, en función de tamaño menor a un centímetro y por factores del paciente. Sin embargo podemos decir que estos hallazgos han supuesto una indicación de prevención para seguimiento.

Debido a que el estudio se anonimizó, no se ha podido realizar un seguimiento de estos pacientes y confirmar los hallazgos visualizados por Colonografía-TC.

- La principal limitación de este estudio fue que no se pudieron incluir pacientes con lesiones resecaadas en la colonoscopia incompleta, ya que la extirpación de pólipos no permitía comparar los hallazgos obtenidos mediante colonoscopia incompleta y colonoscopia incompleta añadiendo la Colonografía-TC. Esto ha limitado de forma importante el tamaño muestral y el número de pacientes con lesiones detectadas mediante colonoscopia incompleta aislada, quedando reducida a dos pacientes.
- Un porcentaje de pacientes de la muestra inicial con pólipos detectados mediante Colonografía-TC pero sin comprobación histológica no se incluyeron en el estudio. Estos pacientes se derivaron a vigilancia posterior por decisión clínica, en función de tamaño menor a un centímetro y por factores del paciente. Sin embargo podemos decir que estos hallazgos han supuesto una indicación de prevención para seguimiento.
- Debido a que el estudio se anonimizó, no se ha podido realizar un seguimiento de estos pacientes y confirmar los hallazgos visualizados por Colonografía-TC.

6. CONCLUSIONES

- La Colonografía-TC utilizada como complemento a una colonoscopia permite estudiar todo el colon en casos en los que la colonoscopia no se haya podido completar.
- La Colonografía-TC añadida a una colonoscopia incompleta mejora el diagnóstico precoz del carcinoma colorrectal al permitir detectar mayor número de pólipos premalignos (adenomas avanzados).
- La mayoría de pacientes con pólipos tipo adenoma avanzado tenían un carcinoma colorectal estenosante que impidió el paso del endoscopio. Más de la mitad de estos pacientes tenían pólipos múltiples.
- La sensibilidad diagnóstica de la Colonografía-TC para pólipos fue alta, existiendo además correlación entre el tamaño de la lesión polipoidea y el grado de agresividad.
- El uso de ambas técnicas combinadas mejora los resultados en la detección de todo tipo de lesiones en la pared del colon.
- Es una técnica bien tolerada por los pacientes, fue mínimo el número de pacientes con molestias que causaran la interrupción del estudio.

7. BIBLIOGRAFÍA

- 1- Gray's Anatomy. 20 th ed. Philadelphia. Lea, Febiger.
- 2- Young B, Heath JW. Wheater's histología funcional. 4 ed. 2000. p. 249-73.
- 3- Cotran RS, Kumar V, Collins T. Robbins. Patología estructural y funcional. MCGRAW-HILL Interamericana. Sexta Ed. 2000
- 4- J.L.del Cura, S.Pedraza, A.Gayete. Radiología Esencial. Sociedad Española de Radiología médica. Ed Médica Panamericana, D.L. 2009. p.398-423 y p.457-66.
- 5- Javier Alarcón Rodríguez y Cols. Atlas de Tecnología de la Tomografía Computarizada Helicoidal Multicorte. Cap 1. p. 1-19 Cap 5 p.163-186
- 6- Farreras , Rozman C. Tratado de Medicina Interna. 14ª edición 2000. *Ediciones Harcourt. CD-ROM*
- 7- Bujanda L, Cosme A, Gil I, Arenas-Mirave JI. World J Gastroenterol 2010; 16(25): 3101-3111.
- 8- Proceso asistencial integrado cáncer colorrectal. 2ª edición, 2011. Consejería de Salud Junta de Andalucía. http://www.juntadeandalucia.es/salud/export/sites/csalud/galerias/documentos/p_3_p_3_procesos_asistenciales_integrados/cancercolorrectal/cancercolorrectal_2e.pdf
- 9- Instituto Nacional de Estadística. <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft15/p417&file=inebase&L=0>.
- 10- Neerincx M, Terhar sive Droste JS, Mulder CJJ, Rakers M, Bartelsman JFWM, Loffeld RJ, et al. Colonic work-up after incomplete colonoscopy: significant new findings during followup. Endoscopy. 2010;42:730—5
- 11- Aschoff AJ, Ernst AS, Brambs HJ, Juchems MS. CT colonography: an update. Eur Radiol 2008; 18:429-437
- 12- Winawer SJ, Zauber AG. The advanced adenoma as the primary target of screening. Gastrointest Endosc Clin N Am. 2002;12:1-9
- 13- Pickhardt PJ, Kim DH. Colorectal cancer screening with CT colonography: key concepts regarding polyp prevalence, size, histology, morphology, and natural history. AJR Am J Roentgenol. 2009;193:40—6.
- 14- Mulhall BP, Veerappan GR, Jackson JL. Metaanalysis: computed tomographic colonography. Ann Intern Med 2005;142(8):635—50.
- 15- Halligan S, Altman DG, Taylor SA, et al. CT colonography in the detection of colorectal polyps and cancer: systematic review, meta-analysis, and proposed minimum data set for study level reporting. Radiology 2005;237(3):893—904.

- 16- Fletcher JG, Johnson CD, Welch TJ, et al. Optimization of CT colonography technique: prospective trial in 180 patients. *Radiology* 2000;216(3):704–11
- 17- Macari M, Bini EJ, Xue X, et al. Colorectal neoplasms: prospective comparison of thin section low-dose multi-detector row CT colonography and conventional colonoscopy for detection. *Radiology* 2002; 224(2):383–92.
- 18- Yee J, Akerkar GA, Hung RK, et al. Colorectal neoplasia: performance character after colonography detection in 300 patients. *Radiology* 2001;219:685–92.
- 19- Van Gelder R, Yung Nio C, Florie J, et al. Computed tomographic colonography compared with colonoscopy in patients at increased risk for colorectal cancer. *Gastroenterology* 2004;127(1):41–8.
- 20- Hara A, Johnson CD, Welch TJ, et al. CT colonography: single- versus multi-detector row imaging. *Radiology* 2001;219:461–5.
- 21- Pickhardt PJ, Choi JR, Hwang I, Butler JA, Puckett ML, Hildebrandt HA, et al. Computed tomographic virtual colonoscopy to screen for colorectal neoplasia in asymptomatic adults. *N Engl J Med*. 2003;349:2191—200.
- 22- Johnson CD, Chen MH, Toledano AY, Heiken JP, Dachman A, Kuo MD, et al. Accuracy of CT colonography for detection of large adenomas and cancers. *N Engl J Med*. 2008;359:1207—17.
- 23- Kim DH, Pickhardt PJ, Taylor AJ. Characteristics of Advanced Adenomas detected at CT Colonographic Screening, Implications for Appropriate Polyp Size Thresholds for Polypectomy Versus Surveillance. *AJR Am J Roentgenol*. 2007;188:940—4.
- 24- Taylor SA, Lagui A, Lefere P, Halligan S, Stoker J. European society of gastrointestinal and abdominal radiology (ESGAR): consensus statement on CT colonography. *Eur Radiol*. 2007;17:575—9.
- 25- McFarland EG, Fletcher JG, Pickhardt P, Dachman A, Yee J, McCollough CH, et al. American College of Radiology. ACR Colon Cancer Committee white paper: status of CT colonography 2009. *J Am Coll Radiol*. 2009;6:756—72
- 26- Rex DK. Patients with polyps smaller than 1 cm on computed tomographic colonography should be offered colonoscopy and polypectomy. *Am J Gastroenterol*. 2005;100:1903—5.
- 27- Yee J. CT colonography: examination prerequisites. *Abdom Imaging* 2002;27(3): 244-52
- 28- Luis A. Landeras, Rizwan Aslam,y Judy Yee. Colonoscopia virtual: técnica y exactitud. *Radiol Clin N Am* 45 (2007) 333-345
- 29- Liedenbaum MH, Denters MJ, de Vries AH, et al. Low-fiber diet in limited bowel preparation for CT colonography: Influence on image quality and patient acceptance. *AJR Am J Roentgenol*. 2010 Jul;195(1):W31-7.
- 30- Frommer D. Cleansing ability and tolerance of three bowel preparations for colonoscopy.

Dis Colon Rectum 1997;40(1):100–4.

31- Marshall JB, Pineda JJ, Barthel JS, et al. Prospective, randomized trial comparing sodium phosphate solution with polyethylene glycolectrolyte lavage for colonoscopy preparation. *Gastrointest Endosc* 1993;39(5):631–4.

32- Afridi SA, Barthel JS, King PD, et al. Prospective, randomized trial comparing a new sodium phosphatebisacodyl regimen with conventional PEG-ES lavage for outpatient colonoscopy preparation. *Gastrointest Endosc* 1995;41(5):485–9.

33- Callstrom MR, Johnson CD, Fletcher JG, et al. CT colonography without cathartic preparation: feasibility study. *Radiology* 2001;219(3):693–8.

34- Lefere PA, Gryspeerdt SS, Dewyspelaere J, et al. Dietary fecal tagging as a cleansing method before CT colonography: initial results—polyp detection and patient acceptance. *Radiology* 2002;224(2):393–403.

35- Zalis ME, Hahn PF. Digital subtraction bowel cleansing in CT colonography. *AJR Am J Roentgenol* 2002;176:646–8.

36- Zalis ME, Perumpillichira JJ, Kim JY, et al. Polyp size at CT colonography after electronic subtraction cleansing in an anthropomorphic colon phantom. *Radiology* 2005;236(1):118–24.

37- Iannaccone R, Laghi A, Catalano C, et al. Computed tomographic colonography without cathartic preparation for the detection of colorectal polyps. *Gastroenterology* 2004;127(5):1300–11.

38- Lefere P, Gryspeerdt S, Baekelandt M, et al. Laxative free CT colonography. *AJR Am J Roentgenol* 2004; 183(4):945–8.

39- Cai W, Zalis ME, Nappi J, et al. Structure-analysis method for electronic cleansing in cathartic and noncathartic CT colonography. *Med Phys* 2008; 35 (7): 3259-3277

40- Wenli Cai, Hiroyuki Yoshida, Michael E. Zalis, et al. Informatics in radiology. Electronic Cleansing for Non-cathartic CT Colonography: A Structure-Analysis Scheme. *RadioGraphics* 2010; 30: 585-602

41- Yee J. CT Colonography: Techniques and applications. *Radiol Clin N Am* 47 (2009) 133-145

42- Sosna J, Bar-Ziv J, Libson E, Eligulashvili M, Blachar A. CT colonography: positioning order and intracolonic pressure. *AJR Am J Roentgenol*. 2008 Oct;191(4):1100.

43- Shinnars TJ, Pickhardt PJ, Taylor AJ, et al. Patient-controlled room air insufflation versus automatic carbon dioxide for CT colonography. *AJR Am J Roentgenol*. 2006 Jun; 186(6):1491-6

44- Burling D, Taylor SA, Halligan S, et al. Automated insufflation of carbon dioxide for

- MDCT colonography: distension and patient experience compared with manual insufflation. *AJR Am J Roentgenol.* 2006 Jan;186(1):96-103.
- 45- Kim SY, Park SH, Choi EK, Lee SS, Lee KH, Kim JC, Yu CS, Kim HC, Kim AY, Ha HK. Automated carbon dioxide insufflation for CT colonography: effectiveness of colonic distention in cancer patients with severe luminal narrowing. *AJR Am J Roentgenol.* 2008 Mar;190(3):698-706
- 46- Chen SC, Lu DS, Hecht JR, et al. CT colonography: value of scanning in both the supine and prone positions. *AJR Am J Roentgenol* 1999;172(3):595–9.
- 47- Morrin MM, Farrell RJ, Keogan MT, et al. CT colonography: colonic distention improved by dual positioning but not intravenous glucagon. *Eur Radiol* 2002;12(3):525–30.
- 48- Laghi A, Rengo M, Graser A, Iafrate F. Current status on performance of CT colonography and clinical indications. *Eur J Radiol.* 2013 Aug;82(8):1192-200
- 49- Yee J, Kumar NN, Hung RK, et al. Comparison of supine and prone scanning separately and in combination at CT colonography. *Radiology* 2003;226(3):653–61.
- 50- Chernish SM, Maglinte DD. Glucagon: common untoward reactions review and recommendations. *Radiology* 1990;177(1):145-6
- 51- Taylor SA, Halligan S, Goh V, Morley S, Bassett P, Atkin W, et al. Optimizing colonic distention for multi-detector row CT colonography: effect of hyoscine butylbromide and rectal balloon catheter. *Radiology.* 2003;229:99–108
- 52- Goei R, Nix M, Kessels AH, et al. Use of antispasmodic drugs in double contrast barium enema examination: glucagon or Buscopan? *Clin Radiol* 1995;50(8):553-7
- 53- Nagata K, Iyama A, Hanazuka B, Kato H, Yamada R. CT Colonography with and without Butyl Scopolamine. *Nippon Daicho Komonbyo Gakkai Zasshi.* 2010; 63: 127-133
- 54- Taylor SA, Laghi A, Lefere P, Halligan S, Stoker J. European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR): consensus statement on CT colonography. *Eur Radiol.* 2007 Feb;17(2):575-9.
- 55- McFarland EG, Fletcher JG, Pickhardt P, Dachman A, Yee J, McCollough CH, et al. American College of Radiology. ACR Colon Cancer Committee white paper: status of CT colonography 2009. *J Am Coll Radiol.* 2009;6:756-72
- 56- Pagés Llinás M, Darnell Martín A, Ayuso Colella JR. Colonografía por TC. Lo que el radiólogo debe conocer. *Radiología.* 2011;53(4):315-25
- 57- Sosna J, Blachar A, Amitai M, et al. Colonic Perforation at CT Colonography: Assessment of Risk in a Multicenter Large Cohort. *Radiology* 2006 239:457-463
- 58- Burling D, Halligan S, Slater A, et al. Potentially Serious Adverse Events at CT Colonography in Symptomatic Patients: National Survey of the United Kingdom . *Radiology* 2006 239:464-471

- 59- Morrin MM, Farrell RJ, Kruskal JB, et al. Utility of intravenously administered contrast material at CT colonography. *Radiology* 2000;217(3):756-71
- 60- Neri E, Vagli P, Picchietti S, Vannozzi F, Linsalata S, Bardine A, et al. CT colonography: contrast enhancement of benign and malignant colorectal lesions versus fecal residuals. *Abdom Imaging* 2005;30:694-97
- 61- Oto A, Gelebek V, Oguz BS, Sivri B, Deger A, Akhan O, et al. CT attenuation of colorectal polypoid lesions: evaluation of contrast enhancement in CT colonography. *Eur Radiol* 2003;13:1657-63
- 62- American College of Radiology. ACR practice guideline for the performance of computed tomography (CT) colonography in adults. Reston (VA): American College of Radiology; 2005. p. 295–9.
- 63- Silva AC, Hara AK, Leighton JA, Heppell JP. CT colonography with intravenous contrast material: varied appearances of colorectal carcinoma. *RadioGraphics* 2005;25:1321-34
- 64- Glick SG, Johnson CD, Macari M, Yee J. ACR practice guideline for the performance of computed tomography (CT) colonography in adults. *ACR Practice Guidelines and Technical Standards* 2005-2006:295-99
- 65- Fletcher JG, Johnson CD, Krueger WR, Ahlquist DA, Nelson H, Ilstrup D, et al. Contrast-enhanced CT colonography in recurrent colorectal carcinoma: feasibility of simultaneous evaluation for metastatic disease, local recurrence, and metachronous neoplasia in colorectal carcinoma. *AJR* 2002;178:283-90
- 66- Laghi A, Iannaccone R, Bria E, Carbone I, Trasatti L, Piacentini F, et al. Contrast-enhanced computed tomographic colonography in the follow-up colorectal cancer patients: a feasibility study. *Eur Radiol* 2003;13:883-889
- 67- Yee J, Sun Y. Performance of contrast-enhanced CT colonography (CTC) (abstr). In: *Radiological Society of North America Scientific Assembly and Annual Meeting Program*. Oak Brook, Ill: Radiological Society of North America, 2005:185
- 68- Hara AK, Johnson CD, MacCarty RL, et al. CT colonography: single- versus multi-detector row imaging. *Radiology* 2001;219:461-5
- 69- Lui YW, Macari M, Israel G, et al. CT Colonography data interpretation: effect of different section thicknesses—preliminary observations. *Radiology* 2003; 229:791–7.
- 70- Chung DJ, Huh KC, Choi WJ, et al. CT colonography using 16-MDCT in the evaluation of colorectal cancer. *AJR Am J Roentgenol* 2005;184(1):98–103.
- 71- Laghi A, Iannaccone R, Mangiapane F, et al. Experimental colonic phantom for the evaluation of the optimal scanning technique for CT colonography using a multidetector spiral CT equipment. *Eur Radiol* 2003;13:459–66.
- 72- Won HJ, Choi BI, Kim SH, et al. Protocol optimization of multidetector computed

tomography colonography using pig colonic phantoms. *Invest Radiol* 2005;40(1):27–32

73- Barish MA, Soto JA, Ferrucci JT. Consensus on current clinical practice of virtual colonoscopy. *AJR Am J Roentgenol* 2005;184:786–92.

74- Mang T, Gryspeerdt S, Schima W, Lefere. Evaluation of colonic lesions and pitfalls in CT colonography: a systematic approach based on morphology, attenuation and mobility. *Eur J Radiol*. 2013 Aug;82(8):1177-86

75- Brenner DJ, Georgsson MA. Mass screening with CT colonography: should the radiation exposure be of concern? *Gastroenterology* 2005;129:328–37

76- Iannaccone R, Laghi A, Catalano C, et al. Detection of colorectal lesions: lower-dose multi-detector row helical CT colonography compared with conventional colonoscopy. *Radiology* 2003;229(3):775–81.

77- van Gelder RE, Venema HW, Serlie IW, et al. CT colonography at different radiation dose levels: feasibility of dose reduction. *Radiology* 2002;224(1):25–33.

78- van Gelder RE, Venema HW, Florie J, et al. CT colonography: feasibility of substantial dose reduction—comparison of medium to very low doses in identical patients. *Radiology* 2004;232(2):611–20.

79- Luz O, Buchgeister M, Klabunde M, et al. Evaluation of dose exposure in 64-slice CT colonography. *Eur Radiol* 2007;17:2616-21

80- Liedenbaum MH, Venema HW, Stocker J. Radiation dose in CT colonography—trends in time and differences between daily practice and screening protocols. *Eur Radiol* 2008;18:2222-30

81- Pickhardt PJ, Taylor AJ. Extracolonic findings identified in asymptomatic adults at screening CT colonography. *AJR* 2006;186:718-28

82- Boellaard TN1, de Haan MC, Venema HW, Stoker J. Colon distension and scan protocol for CT-colonography: an overview. *Eur J Radiol*. 2013 Aug;82(8):1144-58

83- Pickhardt PJ, Taylor AJ, Gopal DV. Surface visualization at 3D endoluminal CT colonography: degree of coverage and implications for polyp detection. *Gastroenterology* 2006;130(6):1582-1587

84- Johnson KT, Johnson CD, Fletcher JG, et al. CT colonography using 360-degree virtual dissection: a feasibility study. *AJR Am J Roentgenol* 2006;186(1):90-95

85- Kim SH, Lee JM, Eun HW, Lee MW, et al. Two- versus Three-dimensional colon evaluation developed virtual dissection software for CT colonography. *Radiology* 2007;244(3):852-864

86- Juchems MS, Fleiter TR, Pauls S, Schimdt SA, Brambs HJ, Aschoff AJ. CT colonography:

comparison of a colon dissection display versus 3D endoluminal view for the detection of polyps. *Eur Radiol* 2006;16(1):68-72

87- Dachman AH, Lefere P, Gryspeerdt S, Morin M. Colonografía por tomografía computarizada: métodos de visualización, interpretación y errores. *Radiol Clin NA* 45(2007) 347-360

88- De Lara Bendahán V, Gómez de las Heras C, Ramos Solís F. Evaluación de las diferentes técnicas de preparación utilizadas para la CT-Colonografía. Congreso Nacional de la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM), 2014. Oviedo, España.

89- Vos FM, van Gelder RE, Serlie IWO, et al. Threedimensional display modes for conventional 3D virtual colonoscopy versus unfolded cube projection. *Radiology* 2003;228:878–85.

90- Dachman AH, Dawson DO, Lefere P, Yoshida H, Khan NU, Cipriani NA, Rubin DT. Comparison of routine and prepless CT colonography augmented by low fiber diet and stool tagging. *Abdominal Imaging* 2007; 32:96-104.

91- Zalis ME, Barish MA, Choi JR, Dachman AH, Fenlon HM, Ferrucci JT, et al. The Working Group on Virtual Colonoscopy. CT colonography reporting and data system: a consensus proposal. *Radiology*. 2005;236:3-9

92- Macari M, Bini EJ, Jacobs SL, Lange N, Lui YW. Filling defects at CT colonography: pseudo- and diminutive lesions (the good), polyps (the bad), flat lesions, masses and carcinomas (the ugly). *RadioGraphics* 2003;23:1073-91

93- Kim JK, Park SH, Lee SS, Kim AY, Ha HK. Ascending colon rotation following a patient positional change during CT colonography: a potential pitfall in interpretation. *Eur Radiol*. 2011;21:353-9

94- Oto A, Gelebek V, Oguz BS, Sivri B, Deger A, Akhan O, et al. CT attenuation of colorectal polypoid lesions: evaluation of contrast enhancement in CT colonography. *Eur Radiol* 2003;13:1657-6

95- Galdino GM, Yee J. Carpet lesion on CT colonography: a potencial pitfall. *AJR*. 2003;180:1332-4

96- Fidler JL, Johnson CD, MacCarty RL, Welch TJ, Hara AK, Harmsen WS. Detection of flat lesions in the colon with CT colonography. *Abdom Imaging* 2002;27:292-300

97- Pickhardt PJ, Nugent PA, Choi JR, Schindler WR. Flat colorectal lesions in asymptomatic adults: implications for screening with CT virtual colonoscopy. *AJR Am J Roentgenol* 2004; 183:1343–1347

98- Dukes CE. The classification of cancer of the rectum. *J Pathol* 1932; 35:323–332

- 99- Bond JH. Screening guidelines for colorectal cancer. *Am J Med* 1999; 106 (suppl 1a):7S–10S.
- 100- Johnson CD, Dachman AH. CT colonography: the next colon screening examination? *Radiology* 2000; 216:331–341.
- 101- Ronald M. Summers, Jeffrey A. Swift, Andrew J. Dwyer, et al. Normalized Distance Along the Colon Centerline: A Method for Correlating Polyp Location on CT Colonography and Optical Colonoscopy *Am. J. Roentgenol.*, Nov 2009; 193: 1296 - 1304.
- 102- Lieberman DA, Rex DK, Winawer SJ, Giardiello FM, Johnson DA, Levin TR; Guidelines for colonoscopy surveillance after screening and polypectomy: a consensus update by the US Multi-Society Task Force on Colorectal Cancer. *Gastroenterology*. 2012 Sep;143(3):844-57
- 103- Pickhardt PJ, Lee AD, McFarland EG, et al. Linear polyp measurement at CT colonography: in vitro and in vivo comparison of two-dimensional and three-dimensional displays. *Radiology* 2005;236:872–8
- 104- Pickhardt PJ, Lehman VT, Winter TC, et al. Comparison of polyp volume versus linear size measurement at CT colonography: implications for noninvasive surveillance of unresected colorectal lesions. *AJR Am J Roentgenol* 2006;186:1605–10
- 105- Dummers RM. Polyp size measurement at CT colonography: what we know and what we need to know? *Radiology*. 2010;255:707-20
- 106- Winawer SJ, Zauber AG, O'Brien MJ, et al. Randomized comparison of surveillance intervals after colonoscopic removal of newly diagnosed adenomatous polyps. The National Polyp Study Workgroup. *N Engl J Med* 1993; 328:901–906.
- 107- van Dam J, Cotton P, Johnson CD, et al. AGA future trends report: CT colonography. *Gastroenterology* 2004; 127:970– 984
- 108- Yee J, Akerkar G, Hung R, Steinauer-Gebauer A, Wall S, McQuaid K. Colorectal neoplasia: performance characteristics of CT colonography for detection in 300 patients. *Radiology* 2001; 219:685–692
- 109- Rex DK, Cutler CS, Lemmel GT, et al. Colonoscopic miss rates of adenomas determined by back-to-back colonoscopies. *Gastroenterology* 1997; 112:24–28
- 110- Shinya H, Wolff WI. Morphology, anatomic distribution and cancer potential of colonic polyps. *Ann Surg* 1979; 190:679–683.
- 111- Williams AR, Balasooriya BA, Day DW. Polyps and cancer of the large bowel: a necropsy study in Liverpool. *Gut* 1982; 23:835–842.
- 112- Koretz RL. Malignant polyps: are they sheep in wolves' clothing? *Ann Intern Med* 1993;

118:63–68.

113- Bond JH. Clinical relevance of the small colorectal polyp. *Endoscopy* 2001; 33:454-457.

114- David H. Kim., Perry J. Pickhardt, et al. CT colonography versus colonoscopy for the detection of advanced neoplasia. *N Engl J Med.* 2007 Oct 4;357(14):1403-12.

115- Pickhardt PJ. CT colonography (virtual colonoscopy) for primary colorectal screening: challenges facing clinical implementation. *Abdom Imaging* 2005;30:1–4.

116- Eide TJ. Risk of colorectal cancer in adenoma-bearing individuals within a defined population. *Int J Cancer* 1986; 38:173– 176.

117- Stryker SJ, Wolff BG, Culp CE, Libbe SD, Ilstrup DM, MacCarty RL. Natural history of untreated colonic polyps. *Gastroenterology* 1987; 93:1009–1013.

118- Bond JH. Polyp guideline: diagnosis, treatment, and surveillance for patients with colorectal polyps. Practice Parameters Committee of the American College of Gastroenterology. *Am J Gastroenterol* 2000; 95:3053–3063.

119- Pickhardt PJ, Choi JR, Hwang I, Schindler WR. Nonadenomatous polyps at CT colonography: prevalence, size distribution, and detection rates. *Radiology* 2004; 232:784–790

120- van Stolk RU, Beck GJ, Baron JA, Haile R, Summers R. Adenoma characteristics at first colonoscopy as predictors of adenoma recurrence and characteristics at followup. The Polyp Prevention Study Group. *Gastroenterology* 1998; 115:13–18.

121- Rex DK, Cummings OW, Helper DJ, et al. 5-year incidence of adenomas after negative colonoscopy in asymptomatic average-risk persons. *Gastroenterology* 1996;111:1178–1181.

122- Hofstad B, Vatn MH, Andersen SN, et al. Growth of colorectal polyps: redetection and evaluation of unresected polyps for a period of 3 years. *Gut* 1996; 39:449–456.

123- Neri E, Giusti P, Battolla L, et al. Colorectal cancer: role of CT colonography in preoperative evaluation after incomplete colonoscopy. *Radiology* 2002; 223:615–619.

124- Morrin MM, Farrell RJ, Raptopoulos V, Mc- Gee JB, Bleday R, Kruskal JB. Role of virtual computed tomographic colonography in patients with colorectal cancers and obstructing colorectal lesions. *Dis Colon Rectum* 2000; 43:303–311

125- Filippone A, Ambrosini R, Fuschi M, et al. Preoperative T and N staging of colorectal cancer: accuracy of contrast-enhanced multi-detector row CT colonography—initial experience. *Radiology* 2004; 231:83–90.

- 126- Soria V, Pellicer E, Flores B, et al. Vía clínica del carcinoma colorrectal. Elaboración a partir del análisis del proceso. Rev Cal Asist. Vol.19 Núm. 07 2004.
- 127- Campillo-Soto A, Pellicer-Franco E, Parlorio-Andrés E, Soria-Aledo V, Morales-Cuenca G, Aguayo-Albasini JL. Colonografía tomográfica computarizada frente a enema opaco en el estudio preoperatorio del cáncer colorectal en pacientes con colonoscopia incompleta. Med Clin (Barc). 2007;129:725-8
- 128- Keighley MB, Williams N, et al. Colorectal cancer: epidemiology, etiology, pathology, staging, clinical features, diagnosis and screening. Surgery of the anus rectum and colon. 1999. p. 998-1061.
- 129- Barialli P, Ramaccciato G, DeAngelis R. Effect of preoperative colonoscopy on the incidence of synchronous and metachronous neoplasm. Acta Chir Scand. 1990;156:163-9
- 130- Francesc Balaguer Prunés Colonoscopia virtual en el estudio preoperatorio del cáncer colorrectal: una herramienta fundamental. Med Clin (Barc). 2007;129:731-2.
- 131- Fenlon HM, McAneny DB, Nunes DP, Clarke PD, Ferrucci JT. Occlusive colon carcinoma: virtual colonoscopy in the preoperative evaluation of the proximal colon. Radiology. 1999;210:423- 8.
- 132- Lacy AM, Garcia-Valdecasas JC, Delgado S, Castells A, Taura P, Pique JM, et al. Laparoscopy-assisted colectomy versus open colectomy for treatment of non-metastatic colon cancer: a randomised trial. Lancet. 2002;359:2224-9.
- 133- Rodriguez-Moranta F, Salo J, Arcusa A, Boadas J, Pinol V, Bessa X, et al. Postoperative surveillance in patients with colorectal cancer who have undergone curative resection: a prospective, multicenter, randomized, controlled trial. J Clin Oncol. 2006;24:386-93
- 134- Luboldt W, Fletcher J, Vogl J. Colonography: current status, research directions and challenges. Update 2002. Eur Radiol 2002; 12:502-24
- 135- Jaume Grau, Anna Serradesanferm, Sandra Polbach.. Programas de cribado del cáncer colorrectal en la población de riesgo medio en la Unión Europea y España. Gastroenterología y Hepatología. February 2010, Pages 111-118.
- 136- De Lara Bendahán V, Gómez de las Heras C. Efficacy of CT colonography: a comparison between the use of conventional colonoscopy and CT colonography in 200 patients with incomplete conventional colonoscopy. European Congress of Radiology, Viena, 2014.
- 137- Robert A. Smith, Vilma Cokkinides and Otis W. Brawley. Cancer screening in the United States, 2009: A review of current American Cancer Society guidelines and issues in cancer screening. CA Cancer J Clin 2009;59;27-41

- 138- Pickhardt PJ. CT colonography (virtual colonoscopy) for primary colorectal screening: challenges facing clinical implementation. *Abdom Imaging* 2005;30:1–4.
- 139- Pickhardt PJ, Kim DH, Taylor AJ, et al. CT colonography reporting and data system (C-RADS): prospective categorization for screening in 2,501 patients. Presented at the 2006 Radiological Society of North America scientific assembly. Chicago, November 26–December 1, 2006.
- 140- Kim DH, Pickhardt PJ, Taylor AJ, et al. Advanced adenomas identified at colorectal screening: comparison between CT colonography and optical colonoscopy programs [abstract]. Presented at the 2006 Radiological Society of North America scientific assembly. Chicago, November 26–December 1, 2006
- 141- Pickhardt PJ. Clinical Management of Small (6- to 9-mm) Polyps Detected at Screening CT Colonography: A Cost-Effectiveness Analysis. *AJR* 2008; 191:1509–1516
- 142- De Lara Bendahán V, Gómez de las Heras C, Pérez Tejada JC. Análisis del rendimiento de la CTC asociada a colonoscopia óptica en un estudio de investigación de 200 pacientes con sospecha de carcinoma colorrectal. Congreso Nacional de la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM), 2014. Oviedo, España.
- 143- Robbins J, Pickhardt PJ, Kim DH. Flat (nonpolypoid) lesions detected at CT colonography. (abstr) Proceedings of the Society of Gastrointestinal Radiologists (SGR) annual meeting. Philadelphia, PA: SGR, 2009
- 144- Park SH, Lee SS, Choi EK, et al. Flat colorectal neoplasms: definition, importance, and visualization on CT colonography. *AJR* 2007; 188:953–959
- 145- Jacques Van Dam, Peter Cotton, C. Daniel Johnson. American Gastroenterological Association, AGA future trends report: CT Colonography. *Rev Gastroenterol Mex*, Vol. 70, Núm. 2, 2005
- 146- Matek W, Guggenmoos-Holzmänn I, Demling L. Follow-up of patients with colorectal adenomas. *Endoscopy* 1985; 17: 175-81.
- 147- James E. Duncan, Michael P. McNally, W. Brian Sweeney, et al. CT Colonography Predictably Overestimates Colonic Length and Distance to Polyps Compared With Optical Colonoscopy *Am. J. Roentgenol.*, Nov 2009; 193: 1291 – 1295
- 148- Ronald M. Summers, Jeffrey A. Swift, Andrew J. Dwyer, et al. Normalized Distance Along the Colon Centerline: A Method for Correlating Polyp Location on CT Colonography and Optical Colonoscopy *Am. J. Roentgenol.*, Nov 2009; 193: 1296 - 1304.
- 149- Neerincx M, Terhar JS, Mulder CJJ, et al. Colonic work-up after incomplete colonoscopy:

significant new findings during follow-up. *Endoscopy*. 2010; 42:730-5.

150- Mc Arthur DR, Mehrzad H, Patel R, et al. CT colonography for synchronous colorectal lesions in patient with colorectal cancer: initial experience. *Eur Radiol*. 2010; 20:621-9

151- De Lara Bendahán V, Gómez de las Heras C, Domínguez Abascal R, Vázquez Moron M ¿Qué aporta la Colonoscopia Virtual en la detección de pólipos? Nuestra experiencia y análisis estadístico en 200 pacientes. Congreso Andaluz de la Asociación de Radiólogos del Sur (ARS), 2013. Cádiz, España. PREMIO AL MEJOR PÓSTER DEL CONGRESO DE LA ARS 2013.

152- Choi YJ, Park SH, Lee SS, Choi EK, Yu CS, Kim HC, et-al. CT colonography for follow-up after surgery for colorectal cancer. *AJR Am J Roentgenol*. 2007; 189:283-9.

153- Rex DK, Kahi CJ, Levin B, et-al, American Cancer Society; US Multi-Society Task Force on Colorectal Cancer. Guidelines for colonoscopy surveillance after cancer resection: a consensus update by the American Cancer Society and the US Multi-Society Task Force on Colorectal Cancer. *Gastroenterology*. 2006; 130:1865-71.

154- Iafrate F, Hassan C, Zullo A, et-al. CT colonography with reduced bowel preparation after incomplete colonoscopy in the elderly. *Eur Radiol*. 2008; 18:1385-95.

155- Halligan S, Lilford RJ, Wardle J, et-al. Design of a multicentre randomized trial to evaluate CT colonography versus colonoscopy or barium enema for diagnosis of colonic cancer in older symptomatic patients: the SIGGAR study. *Trials*. 2007; 8:32.

156- Levin B, Lieberman DA, McFarland B, et-al. Screening and Surveillance for the Early Detection of Colorectal Cancer and Adenomatous Polyps, 2008: A Joint Guideline from the American Cancer Society, the US Multi-Society Task Force on Colorectal Cancer, and the American College of Radiology. *Ca Cancer J Clin*. 2008; 58:130-60.

157- Rex DK, Johnson DA, Anderson JC, Schoenfeld PS, Burke CA, Inadomi JM, American College of Gastroenterology. American College of Gastroenterology Guidelines for Colorectal Cancer Screening 2008. *Am J Gastroenterol*. 2009; 104:570-739.

158- U.S. Preventive Services Task Force. Screening for Colorectal Cancer: U.S. Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *Ann Intern Med*. 2008; 149:627-37.

159- Hara AK, Johnson CD, MacCarty RL, et al. Incidental extracolonic findings at CT colonography. *Radiology* 2000; 215:353-7.

160- Rajapksa RC, Macari M, Bini EJ. Prevalence and impact of extracolonic findings in patients undergoing CT colonography. *J Clin Gastroenterol* 2004; 38: 767-71.

161- Yee J, Kumar NN, Godara S, et al. Extracolonic abnormalities discovered incidentally

at CT colonography in a male population. *Radiology* 2005;236(2): 519–26.

162- Hellström M, Svensson MH, Lasson A. Extracolonic and Incidental Findings on CT Colonography (Virtual Colonoscopy). *AJR Am J Roentgenol*, 2004; 182(3): 631-8.

163- Pickhardt PJ, Taylor AJ. Extracolonic Findings Identified in Asymptomatic Adults at Screening CT Colonography. *AJR Am J Roentgenol*, 2006; 186(3): 718-28

164- Ginnerup Pedersen B, Rosenkilde M, Christiansen TE, Laurberg S. Extracolonic findings at computed tomography colonography are a challenge. *Gut* 2003; 52(12):1744-7.

165- Ng CS, Freeman AH. Incidental lesions found on CT colonography: their nature and frequency. *Br J Radiol* 2005; 78(925): 20-1.

166- Park SK, Park DI, Lee SY, et al. Extracolonic findings of computed tomographic colonography in Koreans. *World J Gastroenterol* 2009; 15(12):1487-92.

167- Pickhardt PJ, Hanson ME, Vanness DJ, et al. Unsuspected Extracolonic Findings at Screening CT Colonography: clinical and economic impact. *Radiology* 2008; 249 (1):151-9.

168- Barnes E. VC finds serious extracolonic lesions in older patients. April 22, 2009.<http://www.auntminnie.com/index.asp?Sec=sup&Sub=vco&Pag=dis&ItemId=85509>. Acceso 26/08/2011

169- Xiong T, McEvoy K, Morton DG, Halligan S, Lilford RJ. Resources and costs associated with incidental extracolonic findings from CT colonography: a study in a symptomatic population. *Br. J. Radiol* 2006; 79 (948): 948-61

170- Tolan DJ, Armstrong EM, Chapman AH. Replacing Barium Enema with CT Colonography in Patients Older Than 70 Years: The Importance of Detecting Extracolonic Abnormalities. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 189: 1104-11.

171- Quaranta AJ, Burgos L, Sasia F y Villavicencio RL. Hallazgos extracolónicos en estudios de colonoscopia virtual. *RAR* 2011;75 (2):103-13

172- van der Wat J, Kaplan MD. Modified virtual colonoscopy: A noninvasive technique for the diagnosis of rectovaginal septum and deep infiltrating pelvic endometriosis. *J Minimally Invasive Gynecol*. 2007; 14:638-43

173- AGA Clinical Practice and Economics Committee. Position of the American Gastroenterological Association (AGA) Institute on Computed Tomographic Colonography. *Gastroenterology* 2006; 131:1627-8

174- E. Neri, S. Halligan, M. Hellström and ESGAR CT Colonography Working Group. The second ESGAR consensus statement on CT Colonography. *Eur Radiol*. 2013; 23(3): 720–729.

175- Pullens HJ1, van Leeuwen MS, Laheij RJ. CT-colonography after incomplete colonoscopy: what is the diagnostic yield? Dis Colon Rectum. 2013; 56(5):593-9

